Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Biblioteca "Alfredo L. Palacios"

Desarrollo económico. las industrias de tecnología avanzada

Hernández, Ruby Daniel

2004

Cita APA: Hernández, R. (2004). Desarrollo económico, las industrias de tecnología avanzada. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales de la Biblioteca Central "Alfredo L. Palacios". Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.
Fuente: Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Buenos Aires

Tesis Doctoral 001501/1170

CATALOGADO

DESARROLLO ECONÓMICO

Las Industrias de Tecnología Avanzada

RUBY DANIEL HERNANDEZ

Aprobada el 22/5/04 con calificación 8 (ocho)

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE ALEJANDRO PALACIOS

ÍNDICE

INTRODUCCION — Pág.

A. Los Programas de Investigación Relevantes 1

B. Sistemas Complejos 4

CAPÍTULO 1

DESARROLLO ECONÓMICO (I)

1. Desarrollo 6

1.1. Desarrollo-Crecimiento 6

1.1.1. Contribuciones a la Definición de Desarrollo 6

1.1.1.1. Schumpeter 7

1.1.1.2. Olivera 7

1.1.1.3. Sen 8

2. Modelos Mundiales de Desarrollo 9

2.1. Modelo del Club de Roma 9

2.2. Modelo de la Fundación Bariloche 14

3. Modelos de Desarrollo Nacional-Regional 18

3.1. Modelos Neoclásicos 21

3.1.1. Modelos de Crecimiento con Tecnología Exógena 22

3.1.1.1. Solow 24

3.1.2. Modelos de Crecimiento con Tecnología Endógena 30

3.1.2.1. Modelo con Tecnología AK 32

a. Rebelo 32

3.1.2.2. Modelo Basado en el Capital Humano 34

a. Lucas 34

3.1.2.3. Modelo Basado en la Tecnología 36

a. Romer 36

3.1.2.4. Tests de Convergencia 38

a. Sala-Martin 38

3.2. Modelos Clásicos-Demanda Efectiva 39

3.2.1. Modelos de Desarrollo Exógeno 39

3.2.1.1. Kaleki 39

3.2.1.2. Goodwin 40

3.2.2. Modelos de Desarrollo Endógeno 42

3.2.2.1. Marx 42
3.2.2.2. Schumpeter 45
3.2.2.3. Myrdal 47
3.2.2.4. Presbich 47
3.2.2.5. Verdoom 49
3.2.2.6. Kaldor 50
3.2.2.7. Dixon-Thirlwall 52
a. Setterfield 54
3.2.2.8. Escuela de la Regulación 55
a. Boyer-Petit 56
b. Lordon 57
3.2.2.9. Corriente Institucionalista/Evolucionista 58
a. Nelson – Winter 59

CAPÍTULO 2

DESARROLLO ECONÓMICO (II)

1. Modelos de Estabilización 61
1.1. Modelos Relevantes de Estabilización 62
1.1.1. Modelos de Dos Brechas 63
1.1.2. Modelos de Tres Brechas 65
1.1.3. Revised Minimum Standard Model (RMSM) 65
1.1.4. Modelo de Equilibrio General Computable (CGE) 67
2. Problemas de Medición y Tipos de Cierre de los Modelos 67
3. Marco Teórico Básico 70
3.1. Modelo Clásico-Demanda Efectiva 70
3.2. Modelos Neoclásicos 72
3.2.1. El Modelo de Estabilización de la Argentina 73
4. Compatibilización de los Modelos de Desarrollo y de Estabilización 88
5. Evolución de la Economía Mundial 92

CAPÍTULO 3

ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN (I)

1. Conceptos Relevantes 97
1.1. Mesoeconomía 97
1.2. Región 100
1.3. Complejos de Actividad 105

1.4. Eslabonamientos 109
1.5. Redes 111
1.6. Bienes Públicos 113
1.7. Información 115
1.8. Instituciones 117
1.9. Financiamiento 119
1.10. Mercados 125
1.11. Historia 127
1.12. Sistema 130
1.13. Complejidad 132

CAPÍTULO 4

ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN (II)

1. Conceptos Relevantes 136
1.1. Innovación 136
1.2. Conocimiento 143
1.3. Racionalidad Limitada 146
1.4. Aprendizaje 147
1.5. Ciencia-Tecnología 152
1.6. Transferencia de Tecnología 159
1.7. Rendimientos Crecientes 163
1.8. Externalidades 167
1.9. Complementariedad 169
1.10. Flexibilidad 171
1.11. Productividad Social 175
1.12. Competitividad 177
1.13. Sistema Nacional de Innovación 179
1.14. Parques Científico-Tecnológicos 180
2. Modelos 184
2.1. Modelos Tecnológicos 184
2.1.1. Modelos Basados en la Ecuación Logística 184
2.1.1.1. Griliches 186
2.1.1.2. Mansfield 187
2.1.1.3. Metcalfe 188
2.1.1.4. Silberberg, Dosi y Orsenigo 189
2.1.1.5. Foster 190

2.1.1.6. Foster y Wild 190
2.1.2. Modelos Secuenciales 192
2.1.2.1. Améndola y Gaffard 194
2.1.3. Modelos de Alcance 196
2.1.3.1. Abramovitz 196
2.1.3.2. Targetti y Foti 197
2.2. Modelos de Prospectiva Tecnológica 198
2.2..1. Métodos Cualitativos 200
2.2.2. Métodos Cuantitativos 202

CAPÍTULO 5

LAS INDUSTRIAS DE TECNOLOGIA AVANZADA (I)

1. Definición 203
1.1. Biotecnología 211
1.2. Tecnología de la Información 219
1.3. Materiales Avanzados 231
1.4. Actividad Nuclear 236
1.5. Actividad Aeroespacial 240
1.6. Instrumentos Científicos, de Medición y Control 243

CAPÍTULO 6

LAS INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA (II)

1. Evolución de las Industrias de Tecnología Avanzada en la República Argentina 244
1.1. Producción 244
1.2. Asalariados 247
1.3. Empresarios 248
1.4. Productividad 250
1.5. Investigación y Desarrollo 251
1.6. Balanza Comercial 255
1.7. Balance de Pagos Tecnológico 261
2. Evolución de las Industrias de Tecnología Avanzada en Países Desarrollados 263
2.1. Producción 263
2.2. Asalariados 267
2.3. Empresarios 267
2.4. Productividad 269

2.5. Investigación y Desarrollo 270
2.6. Balanza Comercial 273
2.7. Balance de Pagos Tecnológico 276
3. Comparación Argentina - Países Desarrollados 277
4. Brecha de Desarrollo 278
5. Hechos Estilizados 280
6. Contradicciones 282

CAPÍTULO 7

MEDICIÓN ECONÓMICA

1. Marco Teórico-Técnico e Institucional 284
1.1. Sistema de Información 284
1.2. Requerimientos Teóricos 285
1.3. Requerimientos de Medición 287
1.3.1. Requerimientos Lógico-Estructurales 287
1.3.2. Requerimientos de la Estructura Paramétrica en la Construcción de Modelos 290
1.3.3. Requerimientos de Información en los Modelos Econométricos 292
1.3.4. Requerimientos Institucionales para la Optimización de la Información Social 293
2. Estado de Situación de la Información Macroeconómica en la República Argentina 297
3. Taxonomía 299
4. Errores Relevantes de Medición 301
4.1. Errores Derivados de los Nomencladores Vigentes 301
4.2. Baja Correspondencia entre el Desarrollo Teórico y la Clasificación de las Actividades Económicas 302
5. Modificaciones que se Proponen 305
5.1. Recursos Humanos 305
5.2. Infraestructura 307
5.3. Estructura del Producto Bruto Interno 307
6. Medición del Capital Intelectual 311

CAPÍTULO 8

MODELIZACIÓN

1. Modelización del Desarrollo 317
2. Realimentación entre Conocimiento - Industrias de Tecnología Avanzada 318

2.1. Variables y Relaciones Preexistentes al Desarrollo de las Industrias de Tecnología Avanzada 319

2.2. Variables y Relaciones Concomitantes con la Evolución de las Industrias de Tecnología Avanzada 320

2.3. Variables y Relaciones en Conflicto con el Desarrollo de las Industrias de Tecnología Avanzada 321

3. Construcción de Modelos que Demanda el Nuevo Sistema Técnico-Económico 322

3.1. Modelización del Cambio Estructural 323

3.2. Modelización del Balance Intersectorial Agro-Industria 325

3.2.1 Modelo de Balance Intersectorial con Rendimientos Crecientes en los Sectores Agricultura e Industria 334

3.3. Modelización del Proceso Circular de la Economía con Base en su Evolución Histórica 338

3.3.1. Contribuciones a la Teoría Lineal 339

3.3.2. Rendimientos Crecientes en un Sistema Lineal 340

3.3.3. Evolución Temporal del Modelo Circular 348

BIBLIOGRAFÍA 351

INTRODUCCIÓN

Las industrias de tecnología avanzada (biotecnología, tecnología de la información, materiales avanzados, actividad aeroespacial, energía nuclear y solar, instrumentos científicos, de medición y de control) se manifiestan masivamente en los países desarrollados a partir de la década de 1970. Este nuevo subconjunto industrial es portador de fuertes cambios estructurales en el sistema capitalista.

El análisis de su evolución, propiedades emergentes, incidencia en la transformación estructural del sistema productivo e impactos materiales y sociales se lleva a cabo en el marco de los:

- programas de investigación relevantes en la economía;
- sistemas complejos.

A. LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN RELEVANTES

Se tendrán en cuenta los programas de investigación *neoclásico* y *clásico-demanda efectiva*, a fin de dar una interpretación plural a la descripción y explicación de los fenómenos económicos. Tales programas de investigación resultan de la reunión de otros más específicos en los que se alcanza un tratamiento pleno de sus discursos ideológico, filosófico y científico. En nuestro caso, se opta por sintetizar en ambos programas las diferencias básicas en el análisis de la teoría económica. El programa de investigación neoclásico comprende las corrientes ortodoxa y heterodoxa. Esta última cuestiona cuatro supuestos de la ortodoxia: racionalidad perfecta, información perfecta, rendimientos decrecientes y mercados perfectos. No obstante si bien generan resultados diferentes responden a la concepción neoclásica, desde el punto de vista ontológico, gnoseológico y metodológico. El programa de investigación clásico-demanda efectiva se integra con diversas corrientes, entre las que cabe citar, ricardiana, marxista, de demanda efectiva, evolucionista, institucionalista y regulacionista. Si bien mantienen diferencias importantes que ameritan su tratamiento en programas específicos, comparten criterios similares sobre las nociones de sociedad, evolución, innovación, poder, instituciones, racionalidad, información y mercados.

Los problemas ontológicos y metodológicos de ambos programas se asocian a dos enfoques: uno, centrado en la tradición Cartesiana/Euclidiana; el otro en el Realismo Crítico.

La tradición *Cartesiana/Euclidiana*[1] se basa en *abstracciones* que operan en el campo de lo sensible. Concibe la realidad como mundo empírico. Reconoce, entonces, un solo nivel ontológico. La corriente neoclásica, inspirada en tal tradición, elabora supuestos que toman la forma de axiomas y deduce hipótesis que se exponen formalmente (modelos matemáticos). La confirmación de estas hipótesis expresadas empíricamente depende de los resultados de la predicción, y no de la crítica sobre la realidad de los supuestos. La adopción del *individualismo metodológico* sólo admite la suma de los elementos que se agregan y no reconoce fundamentos macroeconómicos en la conceptualización de la microeconomía. Los supuestos de comportamiento optimizador de los agentes económicos, perfección de los mercados e información perfecta son esenciales para alcanzar un equilibrio estable. En estos modelos el supuesto ontológico de *estado estable* cierra el camino para el análisis del cambio estructural. Define un mundo maleable, sin cambios, en el que la abstracción está fuera del tiempo. Corresponde señalar que el supuesto de estado estable, desde el punto de vista *metodológico*, es funcional a ambos tipos de programas: neoclásico y clásico-demanda efectiva. En este último el equilibrio se inserta en el tiempo histórico.

La teoría neoclásica ortodoxa restringe la importancia de los nuevos conocimientos, bienes, innovación y rendimientos crecientes. La teoría es estática, predomina el tiempo lógico y la sustitución de insumos y bienes. Sus recursos metodológicos se basan en la utilización de los métodos deductivo e inductivo.

El *realismo crítico*[2] reconoce la contribución positivista en el sentido que las *ciencias sociales* son ciencias en el sentido de las ciencias naturales, pero rechazan el uso de metodologías que no se adaptan al tipo de objeto que trata la ciencia social. El objeto de estudio es un cuerpo orgánico que evoluciona en el tiempo, y es alterado por los cambios estructurales que desatan los procesos de aprendizaje humano. Éstos tienen carácter sistémico, operan en sociedades abiertas, irreversibles en sus resultados y expuestas a procesos de auto-organización de naturaleza disipativa. La incertidumbre es relevante y los resultados que se alcanzan sólo señalan logros provisorios en el proceso de conocimiento. El programa de investigación clásico-demanda efectiva se realimenta con esta postura filosófica.

El realismo crítico adhiere a una postura esencial del realismo filosófico: la existencia *independiente* del mundo material y social con respecto a la conciencia. El mundo es conocible mediante la misma.

En la dimensión ontológica existen tres planos de la realidad: estructuras profundas, sucesos o eventos contingentes, y fenómenos observados. Va más allá del mundo empírico.

El proceso de *abstracción* se inicia con la experiencia y se refiere a hechos que se consideran relevantes. El objetivo es abstraer lo real, esencial, para poder identificar las *estructuras* consolidadas, generativas, y los *mecanismos* que gobiernan el flujo de acontecimientos sociales. En este enfoque la *deducción/inducción* si bien son recursos metodológicos relevantes, al operar en forma aislada resultan insuficientes. El realismo crítico recupera el rol de la *abducción o retroducción*, inferencia que va desde el fenómeno que se manifiesta a la tendencia causal o relaciones necesarias. La retroducción es

[1] DOW, Sheila C., *The methodology of macroeconomic thought. A conceptual analysis of school of thought in economics,* Edwar Elgae, UK, USA, 1998.

[2] LAWSON, Tony, *Economics and reality*, Routledge, London, 1997.

un momento del método dialéctico y opera en el contexto del descubrimiento. Es un movimiento que va de lo concreto a lo abstracto. Va hacia abajo en sentido ontológico: descubre capas más profundas de la realidad. El movimiento de lo abstracto a lo concreto comprende la verificación empírica, así como la acción transformadora: ética, política, tecnológica, institucional, cultural. La abstracción abarca el análisis de las tendencias.

Las *tendencias* son manifestaciones regulares de la estructura profunda que no siempre se reflejan en eventos o empíricamente.

Las *leyes* son relativizadas, dado que surgen de experimentos que operan en sistemas cerrados y deben aplicarse a un mundo real, abierto.

Los *hechos estilizados* reflejan tendencias y mecanismos generativos de la estructura básica, no superficial, de los hechos económicos. Resultan de la reindivicación empírica sobre lo que comúnmente se cree, pero donde la *evidencia* es parcial, mixta. Los hechos estilizados que sólo son una evidencia parcial para la corriente neoclásica, son además para la corriente clásica-demanda efectiva manifestaciones empíricas que aportan elementos sustanciales para el desarrollo de nuevas hipótesis basadas en la abducción.

La *metodología* exige que toda investigación debe responder a tres estadios:

- Identificación de fenómenos empíricos de interés.
- Construcción de modelos o explicación del fenómeno empírico.
- Continua revisión crítica de los conceptos postulados en el modelo.

En lo referente a la economía ella es un sistema abierto; por ende el objetivo es identificar y comprender el funcionamiento de *estructuras* profundas, *mecanismos* generativos y *tendencias* que subyacen en el sistema analizado. Los resultados que se pronostican deben entenderse no como algo puntual, sino como expresión de una tendencia. Además los fenómenos económicos y sociales reflejan un ensamble de poderes y tendencias. Los fenómenos empíricos son, entonces, el resultado de numerosos hechos causales.

En el estudio sobre hechos nuevos, en especial la innovación, la corrientes neoclásica heterodoxa y clásica-demanda efectiva recurren a métodos informales que se combinan con los formales. La presencia de modelos verbales en un campo todavía impreciso en la elaboración de conceptos y relaciones, la magnitud de las interrelaciones que operan en el ámbito de la innovación y las dificultades en precisar indicadores con relevancia teórica, han originado una propuesta metodológica que no se encierra en la formalización matemática como única vía para el análisis. Se trata del método de apreciación.

El *método de apreciación* es un aporte de *Nelson* y *Winter*[3] con base en la tradición schumpeteriana. Se trata de un enfoque metodológico y conceptual crítico del programa de investigación neoclásico ortodoxo. Los autores concretan así contribuciones robustas a la economía de la innovación.

[3] NELSON, Richard y WINTER, Sydney, *An evolucionary theory of economic change*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982.

Desde el punto de vista *metodológico* instalan una dualidad: la teoría formal y la teoría apreciativa. La teoría formal, tal como es elaborada por los neoclásicos es cuestionada. En cambio, la teoria apreciativa se basa en la necesidad de traducir una buena parte de las categorías y relaciones relevantes que se detectan, a modelos verbales y desde éstos generar modelos formales y viceversa. Nelson[4] critica la formalización matemática como única vía para el análisis. Sostiene que se debe trabajar con *modelos apreciativos* (razonamientos abstractos, verbalizados y por ende más imprecisos) para acceder en una primera etapa, a la mejor evaluación de los hechos empíricos. En un trabajo posterior relacionado con la formulación de una teoría de la innovación, Nelson y Winter[5] recurren al método de apreciación basado en procedimientos *heurísticos* que no son cálculos exactos como ocurre con los algoritmos matemáticos. Acá se articulan las operaciones a fin de generar resultados. Se fijan objetivos, se analizan problemas específicos, se utilizan claves como son, entre otras, los hechos estilizados, y se obtienen conclusiones que favorecen el desarrollo teórico.

B. SISTEMAS COMPLEJOS

Los sistemas sociales se componen de elementos que interactúan mediante mecanismos de decisión los que forman patrones y estructuras que se modifican como resultado de nuevas decisiones. Es un proceso evolutivo dominado por la incertidumbre. El sistema económico se compone, entonces, de elementos (agentes económicos) que al tomar decisiones interactúan con carácter transformador, de forma tal que el sistema se vuelve más denso, más complejo. El cambio estructural, la irreversibilidad de los procesos y la evolución del sistema condicionado por mecanismos de aprendizaje social son dominantes en los sistemas complejos.

Las corrientes neoclásica ortodoxa y clásica-demanda efectiva difieren sustancialmente en el tratamiento del sistema económico. Los neoclásicos ortodoxos sólo admiten el sistema complejo en su manifestación más primitiva, elemental: bajo los supuestos de rendimientos decrecientes y mercados perfectos, se instala la realimentación negativa en el sistema. Sus modelos arriban así a la existencia de un solución única y estable en el que el cambio estructural no ocurre. La corriente neoclásica heterodoxa difiere en algunas de estas conclusiones.

La corriente clásica-demanda efectiva afirma, por el contrario, la complejidad del sistema, su carácter evolutivo y la presencia de cambios estructurales —vía cambios científico-tecnológico y socio-culturales— en un contexto de equilibrios históricos que sólo son temporarios. Lo que domina es la transformación y complejidad creciente del sistema.

---

[4] NELSON, Richard, *The agenda for growth theory: a different point of view,* Cambridge Journal of Económics, 22, 1998, 497-520.

[5] NELSON, Richard R. y WINTER, S., *In search of useful theory of innovation*, Research Policy 6, North-Holland, 1977, 36-76.

El presente trabajo se propone identificar las relaciones e interacciones entre las teorías del Desarrollo y de Estabilización y las industria de tecnología avanzada. Ellas son tratadas en los capítulos I y II. Los capítulos III y IV se centran en las relaciones e interacciones entre la Economía de la Innovación y las industrias citadas.

En este marco, en el capítulo V se describen los rasgos esenciales de las industrias de tecnología avanzada y el capítulo VI se compara el comportamiento de las mismas entre Argentina y los países desarrollados.

En los capítulos VII y VIII se enuncian temas sobre medición económica y modelización, en los que las industrias de tecnología avanzada tienen un fuerte impacto. Ello conduce a un replanteo conceptual-empírico en aspectos básicos de tales temas.

CAPÍTULO 1

DESARROLLO ECONÓMICO (I)

1. DESARROLLO

Tema central de la dinámica económica. La relación con el crecimiento, las contribuciones a su definición, y los modelos relevantes son objeto de análisis en este capítulo.

1.1. DESARROLLO-CRECIMIENTO

En el ámbito de la dinámica económica es importante diferenciar los alcances y significados de los conceptos crecimiento y desarrollo.

El *crecimiento* (reproducción) se centra en el análisis cuantitativo de la economía, en tanto que el *desarrollo* (reproducción y transformación) es una noción más comprensiva[1]. En efecto, además del crecimiento importa la calidad del mismo, la distribución de los ingresos, la ocupación del espacio territorial y la interacción que se establece entre las dimensiones tecnológica, social, institucional, política y cultural. Durante años se ha supuesto erróneamente que el crecimiento es un problema que atañe sólo a los países desarrollados, en tanto que el desarrollo se asocia a los países subdesarrollados. La actual revolución científico-tecnológica, y los profundos cambios que alteran el desarrollo social en todos los países del planeta, contribuyen a desvanecer esta insustancial y confusa separación académica. Los problemas del desarrollo son comunes a todos los países del mundo.

1.1.1. Contribuciones a la Definición de Desarrollo

Entre las numerosas contribuciones a la definición y a los alcances del desarrollo se sintetizan tres.

[1] BRINKMAN, Richard, *Economic growth versus economic development: towards a conceptual clarification*, Journal of Economic Issues, Vol. XXIX, N°4, December 1995.

1.1.1.1. Schumpeter

Define el *desarrollo*[2] como el proceso dinámico de transformación conducido por el rol endógeno de la tecnología. El desarrollo se compone de cambios cuali-cuantitativos que desatan transformaciones bruscas, discontinuas e irreversibles, en particular las que se derivan del cambio técnico. Todo ello recíprocamente influído por el ambiente socio-cultural. El desarrollo hace evolucionar el sistema más allá del flujo circular que lo caracteriza. En este sentido, el proceso de desarrollo es histórico. En consecuencia el proceso actual reposa en el precedente; los cambios que se registran en esta evolución condicionan el futuro.

Ligada a esta concepción del desarrollo, Schumpeter aporta la noción de innovaciones, motor del desarrollo.

La *innovación* es la combinación de nuevos bienes y actividades. Los tipos de innovación relevantes se refieren a las:

- materias primas;
- nuevos métodos productivos;
- nuevos bienes;
- organización;
- mercados.

La innovación se da en enjambres, lo que resalta la importancia del principio de complementariedad.

1.1.1.2. Olivera

Define el *desarrollo*[3] como el incremento, a lo largo del tiempo, de la razón producto social actual/producto social potencial. El desarrollo será positivo, neutro o negativo acorde a los diferentes incrementos entre el numerador y denominador de la razón.

En cambio el *crecimiento* es la simple expansión del producto en el tiempo, con resultados positivo, neutro y negativo. Surgen así nueve combinaciones posibles de resultados. Uno de estos resultados se produce, en particular, en los países con insuficiente desarrollo: *crecimiento positivo* con desarrollo nulo. La producción crece, en los sectores de la agricultura o de la manufactura ligados al comercio internacional, impulsada por la dinámica interna de los sectores antes señalados. Sin embargo, el conjunto de la economía permanece sin cambios. El tránsito a una economía desarrollada demanda cambios estructurales que se hallan ausentes en la fase de crecimiento descripta. El producto potencial o capacidad productiva permanece estático, y ello sólo es alterado, lo mismo que la producción, si cambia el horizonte tecnológico de la producción económica social.

---

[2] SCHUMPETER, Joseph, *Teoría del desenvolvimiento económico*, Ed. Ariel S.A., Barcelona, 1962.

[3] OLIVERA, Julio H. G., *Crecimiento, desarrollo, progreso, evolución; nota sobre relaciones entre conceptos*, El Trimestre Económico, 1959, 410-421.

El crecimiento se diferencia, tanto del concepto de *evolución*, como del de *progreso social*. El crecimiento deja fuera del análisis las formas institucionales, que precisamente son incorporadas en el análisis desde la perspectiva de la evolución. La *evolución* se basa en el análisis histórico de las transformaciones económicas y de sus instituciones. La falta de coevolución entre el crecimiento y la evolución obedece a rigideces institucionales, que frenan el crecimiento.

El crecimiento y el progreso social se diferencian, en la medida que el *progreso social* es el desarrollo económico, profundizado por mecanismos institucionales: distribución de ingresos, seguridad jurídica y democratización institucional, y está basado en la satisfacción de las necesidades sociales.

1.1.1.3. Sen

Rescata el concepto de necesidades básicas desarrollado por Marx. Le sirve de base para replantear el campo teórico del desarrollo. Acompaña al concepto citado, la noción de los *derechos* de las personas como *libertad* de las mismas para elegir una cesta de bienes. La conversión de tales derechos en *capacidades* es esencial en el proceso de desarrollo. En este sentido el concepto de *necesidades básicas* es un concepto relevante, aunque acotado a los bienes y servicios. La noción de capacidades es más amplia, dado que se centra en las capacidades de *ser* y de *hacer* de las personas en la sociedad[4], y permite alcanzar una mayor profundidad y generalidad en los conceptos de igualdad y de necesidad.

El desarrollo se centra, entonces, en la expansión de las capacidades de las personas en la sociedad, en un contexto de equidad y de expansión de las fuerzas materiales.

Las relevantes contribuciones de Sen obligan a replantear tanto la definición del desarrollo como sus objetivos. Se destaca el carácter multidimensional de los objetivos: evitar el hambre, disminuir la pobreza, mejorar la salud y la educación, aumentar la expectativa de vida, mejorar la vida material, la distribución, promover la participación de los ciudadanos y la libertad en todas sus dimensiones. En consecuencia, toda estructura económica, social y cultural debe responder eficientemente al cumplimiento de tales objetivos. A partir de los conceptos citados, se han establecido los cimientos básicos para la elaboración de los *indicadores de desarrollo humano* de las Naciones Unidas.

[4] SEN, Amartya, *Resources, values and development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, 1997.

2. MODELOS MUNDIALES DE DESARROLLO

Los modelos de muy largo plazo (80-100 años) se articulan con los de mediano plazo (10-20 años). Las bondades o debilidades teóricas y prácticas de estos modelos han desatado intensos debates.

Al comienzo de la década del 70 crece la preocupación por conocer, en el muy largo plazo, los escenarios probables en que debería desenvolverse la economía mundial. Se construyen varios modelos, entre los que se destacan los impulsados por el denominado *Club de Roma* que resume el pensamiento neoclásico para modelos de muy largo plazo. Este modelo expone un marco conceptual y realiza pronósticos sobre la evolución de la economía mundial, a partir del año 1970. Otro modelo, el de la *Fundación Bariloche* propone un escenario de desarrollo material, social y cultural basado en la satisfacción de las *necesidades básicas* de las personas, en un contexto de igualdad y equidad que facilita una posible convergencia entre los países desarrollados y subdesarrollados.

2.1. MODELO DEL CLUB DE ROMA

El Club de Roma es una organización privada liderada en sus inicios por dos economistas, Aurelio Peccei (Italia) y Saburo Okita (Japón) que reúne a científicos, tecnólogos y humanistas de diversos países, especializados en ciencias sociales, naturales, humanidades y educación. El objetivo central es proveer un instrumento de análisis que implique un *compromiso de la humanidad* para promover el equilibrio entre los recursos naturales y materiales y el medio ambiente.

El primer trabajo se lleva a cabo bajo la dirección de Forrester[5], ingeniero electrónico del Instituto Tecnológico de Massachusetts y el segundo es conducido por Meadows[6]. Este trabajo es editado por A Potomac Associates Book, organización privada de estudios que impulsa la implementación, a través de políticos e intelectuales, de las conclusiones del proyecto *compromiso de la humanidad.* Se busca tener una mejor comprensión del planeta que resulte útil para los hacedores de política a escala mundial.

Este trabajo es pionero en el tema de medio ambiente e impulsa cambios en los organismos internacionales que llevan a la modificación de las prioridades en sus respectivas agendas. El medio ambiente cobra singular importancia para los países desarrollados que en forma acelerada consumen los recursos naturales y originan nuevos problemas ambientales. Otros temas centrales como la pobreza, el empleo, el urbanismo y la inflación no son ajenos a las preocupaciones de los analistas y los miembros del Club de Roma.

El instrumento metodológico que se utiliza en el modelo del Club de Roma corresponde al campo matemático de los *sistemas dinámicos*. Se trata

[5] FORRESTER, Jay W., *World dynamics*, MIT, 1971.

[6] MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; RANDERS, Jorgen; BEHERENS III, William W.; *The limits of growth*, Universe Books, New York, 1972.

de un *modelo de simulación* que permite suplir la ausencia de datos con conjeturas. En este caso la estimación de los parámetros se debilita; más aún pierde relevancia. En consecuencia se pueden tener parámetros que conforman una estructura errónea en el sistema analizado. Otra crítica es que la construcción de senderos que representan la evolución temporal de las variables se aleja de la estructura teórica del modelo. Como contrapartida este tipo de modelos, permite establecer principios generalizables a diferentes disciplinas y simular escenarios alternativos.

Desde el punto de vista *conceptual* el modelo integra variables demográficas, económicas, sociales y ambientales. Lo ambiental en sus diversas manifestaciones se interrelaciona con la economía. El agotamiento de los recursos naturales degrada la economía y el nivel de vida, lo que se acelera con los actuales patrones de consumo.

El *modelo básico* de comportamiento del sistema mundial es el que corresponde al de *crecimiento exponencial.* Sus ecuaciones representan la acumulación exponencial de las variables a tasa de interés (crecimiento) constante en tiempo discreto. Las tasas citadas se alteran en las diferentes simulaciones que se realizan para el modelo, que en todos los casos marca un límite físico y humano al crecimiento.

Son cinco las variables utilizadas: demográficas (población y nutrición), económicas (producto industrial), recursos naturales (las materias primas más importantes relacionadas con la minería), y medio ambiente (indicadores de contaminación). Las dos variables demográficas más una económica, y las dos restantes que se corresponden con el medio ambiente y los recursos naturales son las que interactúan en un contexto de fuerte crecimiento de los habitantes a escala planetaria, acelerada industrialización, desnutrición, reducción de los recursos naturales y deterioro ambiental. Ello conducirá a límites en el crecimiento que aparecerán en menos de 100 años.

El horizonte de planificación abarca desde 1970 hasta el 2050-2100 y la estimación de escenarios futuros son sólo extrapolaciones basadas en el supuesto de constancia de las tasas de crecimiento de las variables, o cambios en las mismas resultantes de modificaciones en el comportamiento de las variables relevantes del modelo. En todos los casos se arriba a un techo que pone límites al crecimiento. De no respetarse este techo el sistema mundial colapsaría. Las extrapolaciones que se realizan, según los autores, no alcanzan el nivel de predicciones; en consecuencia ellas son relativizadas en cuanto a su robustez. Además se basan en supuestos cuestionables. No obstante sirven de base para las conclusiones sobre la naturaleza de los límites al crecimiento que enfrentará la humanidad.

El tratamiento sectorial de las variables y sus interrelaciones permiten apreciar más las limitaciones del modelo que los límites que éste impone a la humanidad.

La *agricultura* restringida por la calidad de la tierra arable alcanza un límite cuando se la trata en forma aislada, o bajo diferentes supuestos en las restantes variables. Se incorporan los cambios positivos que genera la tecnología, en aquel momento centrada en la mecanización y quimización del agro. Sin embargo no se perciben los cambios revolucionarios que ocurren en la agricultura, y la atención se centra en un agro de *costos crecientes* resultante de los *rendimientos decrecientes* que caracterizan al sector. Durante el período 1970-2000 la notable revolución que llega al agro con la

biotecnología vegetal y animal, junto con la tecnología de la información, originan profundos cambios en la productividad agrícola y los mercados. En la década de los 60 un proyecto de hibridación, seguido de una reproducción selectiva incrementa sustancialmente la producción y calidad del trigo y del arroz. Nada de esto se incorpora al modelo, a pesar que en 1970 los avances académicos y el desarrollo industrial en sectores de las industrias de tecnología avanzada eran bien conocidos en los países desarrollados. Una de las consecuencias más notables es que la agricultura para ciertos productos entra en el campo de *los rendimientos crecientes* rompiendo la barrera histórica de los rendimientos decrecientes. En las condiciones vigentes en 1970 el incremento de alimentos (1951-1966) del 34% demandó más insumos de capital y de recursos naturales. Esto no se podría sostener en el futuro según el modelo. No obstante, entre 1970-1998 el incremento de alimentos fue sustancial. A tal demanda se respondió, en términos relativos, con menos insumos y con la incorporación de nuevos bienes de capital que incrementaron drásticamente la producción de bienes alimenticios.

Los problemas *demográficos*, a pesar de los avances científico-técnicos para controlar las tasas de mortalidad y de natalidad son mejor captadas dado que los habitantes a escala mundial crecen a la tasa prevista, en tanto que se acentúa la desnutrición. Este problema sigue sin resolverse y es aquí donde el modelo ha llamado correctamente la atención. Sin embargo nada se dice que ocurriría bajo los supuestos de convergencia en el desarrollo de la economía mundial, sostenida con una mejor distribución de los ingresos.

La *industrialización* centrada en el crecimiento exponencial del producto industrial, motor del desarrollo del sistema capitalista actual, no tiene en cuenta que la elevada productividad que genera la creación de nuevos bienes y sectores, impulsados por la actual revolución científico-técnica, desata nuevas situaciones. Expande los mercados y éstos acentúan la industrialización, al tiempo que se abren nuevas alternativas para aumentar las reservas de recursos no renovables. También se generan nuevos recursos tecnológicos para reducir la contaminación ambiental.

El pesimismo sobre la disponibilidad de los *recursos naturales* no renovables es una de las claves para justificar los límites del crecimiento. No obstante, la marcha de las innovaciones en este terreno basadas en nuevos descubrimientos y en la actividad científico-técnica, superan las limitaciones establecidas para una buena cantidad de bienes, y revela la precariedad de las conclusiones. La preocupación por el agotamiento de recursos como el petróleo, dado el elevado consumo de USA en 1970 (33% del consumo mundial) y en forma similar para muchos recursos no renovables, se origina en extrapolaciones que indicaron para el petróleo un agotamiento de las reservas a breve plazo; esto no se constató. La estimación de las reservas petroleras para 1970-1990 en 550 mil millones de barriles fue errónea. Sólo en 1999 se consumieron 600 mil millones barriles, en un mundo en que las reservas, a precios actuales y sobre la base del nivel tecnológico alcanzado, es en el año 2000 de 1.060 millones de barriles. La previsión de que el recurso petrolero se agotaría en 50 años, ligado a los mayores costos de extracción, procesamiento y distribución y a los rendimientos decrecientes, deja de lado el efecto generalizado de los rendimientos crecientes que impulsan el desarrollo científico-tecnológico en una buena parte de los sectores productivos de la economía mundial.

El deterioro del *medio ambiente* es extrapolado con un resultado pesimista que se corresponde en la actualidad con una mayor preocupación de la humanidad por el avance de la contaminación industrial, urbana y deforestación. Ello incide en la contaminación de la atmósfera y de los mares. A todo ello se agrega la contaminación originada en la pobreza y la marginación social. Aquí tampoco se profundiza en la acción positiva de la ciencia y la tecnología y de la sociedad humana a través de sus instituciones, para reducir el deterioro ambiental.

El impacto de la *tecnología* ocupa un capítulo en el que se realizan diferentes simulaciones para cada variable y con diversos supuestos de cambio técnico para las variables interrelacionadas. La base de estas simulaciones se realiza a partir del núcleo central definido por las variables demográficas y económicas, en un planeta que exhibe al momento de la simulación límites específicos. .

En este contexto se arriba siempre a una limitación del crecimiento mundial, dado que la humanidad no podrá responder a los desafíos que le plantea el crecimiento exponencial en un espacio finito. Ni una estrategia de desarrollo sustentable acordada a escala mundial impediría el colapso. Es por ello que los autores proponen una situación de equilibrio mundial que reemplazaría el proceso de crecimiento. En lo esencial no se crecería; esto sólo ocurriría en áreas especificas que beneficien el standard de vida de los ciudadanos. En este *estado estable* habría un balance entre fuerza opuestas, con un equilibrio dinámico que acepta cambios en las variables. En este mundo lo más importante no sería la producción sino la distribución: las necesidades básicas materiales serán satisfechas para cada ciudadano quien tendrá similar oportunidad para realizar su potencial humano. Ello se contradice con la conclusión de limitar el crecimiento mundial que implica congelar las relaciones entre países ricos y pobres en el mundo.

En consecuencia, la *transición* de un proceso de crecimiento a un estado estable de equilibrio mundial es una solución matemática en los modelos formales que es útil como herramienta pedagógica, pero que no se corresponde con la realidad. Ésta demanda soluciones más allá de los estados estables que no capturan los cambios estructurales.

Los comentarios del Comité Ejecutivo del Club de Roma con relación al libro *Los límites al Crecimiento* resumen en buena medida las críticas que se han dado a conocer en diferentes conferencias, así como las opiniones del citado Comité.

Entre las críticas más relevantes se encuentran:

- El mecanismo de precios no opera para reducir el consumo y para proveer incentivos que se destinen a obtener nuevos recursos y tecnologías.
- Los desarrollos científico- tecnológico, institucional, político y cultural no se hallan representados, y en el caso positivo no cobran la importancia que ellos tienen en la sociedad.
- La sociedad mundial a fin de preservar los recursos naturales y reducir la contaminación ambiental debería preocuparse más por el equilibrio que por el crecimiento y el desarrollo. Sin embargo, ello acentúa aún más la brecha de desarrollo.

El Comité Ejecutivo contrarrestó las visiones pesimistas que se infieren de estos modelos señalando que no se preconiza un estado de situación en el que se congelan las relaciones entre los países desarrollados y subdesarrollados. Se anticipó asimismo una mejor distribución de la riqueza para los países subdesarrollados en valor absoluto y con relación a los países desarrollados. Ello se alcanzaría con una estrategia global única que ataque todos los problemas del hombre con relación al medio ambiente. El modelo plantea por primera vez la reducción de los costos del crecimiento, en particular con relación al medio ambiente. Sostiene las ventajas del establecimiento de un equilibrio multidimensional: económico, social y ambiental que deberá ser liderado por los países desarrollados. Éstos deberán desacelerar el crecimiento para favorecer la convergencia entre las naciones del mundo. En consecuencia se alumbra una sociedad en *estado estable* con *equilibrios* económicos, sociales, ambientales.

Estos comentarios expresan más una actitud voluntarista que conclusiones lógicas que puedan extraerse de este modelo que sirvió en realidad para frenar el desarrollo de los países subdesarrollados. Se omite también el desarrollo de la revolución científico-tecnológica, a partir de la década del 70.

Los modelos del Club de Roma se encuadran en una concepción tecnocrática con supuestos y relaciones en línea con los del programa de investigación *neoclásico*. Similar a los primeros modelos de crecimiento excluyen el rol endógeno de la ciencia y de la tecnología y los cambios estructurales que alteran el sendero de desarrollo de la economía. Tampoco se tiene en cuenta la necesaria co-evolución entre las variables institucionales, políticas y culturales, las que asociadas a las variables demográficas, económicas, de recursos naturales, ambientales y sociales determinan los senderos de evolución en el futuro. En consecuencia, lo que se omite es lo que determina la dirección de los senderos de evolución hacia escenarios de desarrollo, de equidad y justicia social. Los autores alcanzan una *solución técnica* que no indaga sobre las causas relativas a la evolución y co-evolución de las variables incorporadas y omitidas en el modelo. Además, el trabajo siempre arriba a conclusiones duales. Las situaciones ocurren en función de determinadas condiciones de funcionamiento del modelo, que no ocurrirían, según los autores, bajo el imperio de otras circunstancias. Esta dualidad en las conclusiones ocurre, en buena medida, debido a la ausencia de especificación de la estructura a la que pertenecen las variables relevantes y a la no modelización de los fenómenos sociales, institucionales, políticos y culturales. Suponen que además las decisiones diarias alrededor de las variables seleccionadas se toman sobre la base de cierto modelo básico. En consecuencia, concluyen que el modelo del Club de Roma es el modelo *básico* que sería útil a los decididores a escala mundial. Se omite que en aquel momento convivían sistemas diferentes con relaciones de centro-periferia entre los países, incluso dentro del sistema capitalista desarrollado, y en consecuencia operaban con diferentes modelos de decisión. Al ser único el modelo de comportamiento, las conclusiones del modelo del Club de Roma no estarían sujetas a mayores revisiones.

Señalan que no se debe cuestionar los tipos de ecuaciones seleccionadas para el modelo, dado que lo que importa son sus conclusiones (principio metodológico del pensamiento neoclásico explicitado por Milton Friedman). No se cuestionan ni los supuestos ni las especificaciones

hipotéticas del modelo. Ello lleva a aceptar imprecisas generalizaciones sistémicas.

Las conclusiones del modelo de signo pesimista en cuanto al uso devastador de los recursos naturales en una buena parte del planeta, indujeron no un uso más moderado de los mismos, sino a congelar al mundo en términos de su desarrollo relativo. Dado que las conclusiones asignaban a la ciencia y la tecnología un rol exógeno en el modelo, la capacidad de las mismas de incidir en la superación de las restricciones actuales no se analiza adecuadamente. Ello contribuía a mantener y/o aumentar los niveles de pobreza, sin tener en cuenta que son la pobreza y la miseria las que desatan las peores consecuencias en términos de contaminación ambiental y de salud.

El agotamiento de los recursos naturales y en consecuencia el control y regulación en la explotación de los mismos concluyen en una paradoja: los países desarrollados acentúan la explotación de los recursos naturales. Los mismos en buena medida, se extraen en los países subdesarrollados, y sin embargo aceleran el crecimiento de los países desarrollados. En el mundo del subdesarrollo se mantuvo el statu-quo lo que significó una desaceleración del crecimiento, una mayor explotación de sus recursos naturales, la localización en su territorio de industrias contaminantes, y una mayor pobreza y marginación social.

En el periodo 1970-2000, como se ha señalado, el acontecimiento más significativo en la evolución histórica del capitalismo, la actual revolución científico-tecnológica, no se captura en las conclusiones del Club de Roma. Surge un nuevo tipo de industrias: *las industrias de tecnología avanzada* que son esenciales en la instalación de un nuevo sistema técnico, con repercusiones sociales, institucionales, políticas y culturales. Ello impulsa una nueva etapa de internacionalización del capital que bajo el nombre de globalización, oculta la formación de asimetrías que afectan profundamente el mundo subdesarrollado.

2.2. MODELO DE LA FUNDACIÓN BARILOCHE

Las conclusiones pesimistas del Club de Roma que condena a los países subdesarrollados al estancamiento, originaron una respuesta que aspira a un mundo más equitativo y solidario. Ésta es la reflexión conceptual central del modelo de la Fundación Bariloche.

La Fundación Bariloche hacia 1970 reúne a científicos, tecnólogos, hombres de la cultura y de la música, radicados en la ciudad del mismo nombre en la Provincia de Río Negro, Argentina. La institución fue, en buena medida desmantelada por el proceso militar iniciado en 1976. Presidida por el físico Carlos Mallman congregó para realizar el denominado Modelo de la Fundación Bariloche a investigadores en el campo de la alimentación, salud, vivienda, economía, sociología, demografía, urbanistas, matemáticos y ambientalistas. Entre otros nombres cabe citar a Amilcar Herrera que dirigiera el proyecto[7], Hugo Scolnik y Graciela Chichilnisky.

[7] FUNDACIÓN BARILOCHE, *Catastrophe or new society? A Latin American world model*, International Development Research Center, IDRC, Ottawa, 1976.

La investigación nace a partir de inquietudes surgidas en un seminario realizado en 1970 por el Club de Roma y el Instituto de Pesquisas de Río de Janeiro. Un comité integrado por Carlos A. Mallman, Jorge Sábato, Enrique Oteiza, Amilcar Herrera, Helio Jaguaribe y Osvaldo Sunkel, establece las líneas generales del proyecto, y las medidas para su implementación.

El modelo define un tipo de sociedad igualitaria, participativa, no consumista, con eje central en la satisfacción de las *necesidades básicas* (nutrición, vivienda, educación, salud), a escala mundial.

Enmarcado en un sistema de valores se elabora un *modelo normativo* que facilita la superación del subdesarrollo. Así las sociedades alcanzarán un desarrollo armónico permitiendo a las naciones organizar la producción en términos de las necesidades básicas de sus ciudadanos. El *cambio estructural* y la *creatividad* son esenciales para acceder a esa sociedad ideal. Sostienen que los límites al crecimiento no son físicos, sino que son establecidos por sistemas socio- políticos que mantienen una desigual distribución del poder entre las naciones y dentro de las naciones.

El *sistema* comprende un *modelo económico* con cinco sectores (nutrición, educación, vivienda, bienes de consumo y demás servicios, y bienes de capital), verticalmente integrados, y varios *submodelos*: agricultura, alimentos, demografía, salud, urbanización.

El *modelo matemático* resume la multiplicidad de relaciones para las diferentes regiones en que se divide el mundo. La *regionalización* explicita los mecanismos de complementariedad económica entre las regiones, esencial para un desarrollo autónomo.

Las cuatro regiones que comprende el modelo son: la región 1 de los países desarrollados, y la 2, 3 y 4 en los continentes de América Latina, África y Asia integrada por los países subdesarrollados. Los sistemas capitalista y socialista no son diferenciados porque se supone una política común a partir de 1980. En realidad ello ocurrió debido a la desaparición del denominado socialismo real. En la actualidad, rige una política única, impulsada por los centros dominantes a partir del concepto globalización, que acentúa las asimetrías del desarrollo mundial.

El modelo matemático se simula a partir de 1970 hasta el año 2060. Bajo el supuesto de una planificación económica y social, se maximiza la *expectativa de vida* de los habitantes de las 4 regiones, sujeta a restricciones teóricas y económico-sociales. A tal fin se utilizó un algoritmo específico de *optimización no lineal*, que permitió realizar *simulaciones* para las diferentes regiones en términos de cooperación, diferentes tasas de progreso técnico, utilización de diferentes funciones de producción, etc.

En términos económicos se utiliza una *función de producción* de rendimientos constantes que facilita la asignación de recursos entre el capital y el trabajo. Éstos son modificados por los cambios de productividad que reflejan el progreso técnico. Estas modificaciones se establecen en forma exógena al modelo, en línea con las reflexiones de la corriente neoclásica.

El cálculo de *costos* permite arribar a la determinación total de las *calorías* que se requieren a escala mundial. Cálculos similares se realizan para los demás sectores.

Diversos submodelos se ligan al modelo central.

La *nutrición* opera a partir de variables, entre las que resaltan las calorías para las que se fija un mínimo de 3.000 y las proteínas con 100 gramos por persona diariamente.

La *alimentación* es proporcionada por el 43% de la tierra potencialmente arable y el supuesto de progreso técnico facilita la expansión en la producción de alimentos. En consecuencia, la desnutrición que se observa es consecuencia de la miseria, pobreza y desigual distribución de los ingresos que reduce el poder de compra para satisfacer las necesidades básicas. Ello se agrava para los países subdesarrollados por el sistema de tenencia de la tierra y la insuficiente infraestructura. En consecuencia, la falta de empuje de demanda, y las rigideces estructurales de la oferta componen un cuadro de des-acumulación del capital. La brecha en los rendimientos productivos se expande entre los países desarrollados y subdesarrollados.

Las variables *demográficas* se relacionan con las de la economía sin especificar los mecanismos de causalidad entre ellas. La determinación endógena de la cantidad de habitantes que demandarán satisfacer las necesidades básicas es esencial para la simulación del modelo.

La *educación*, sector clave para impulsar la denominada sociedad ideal, se basa en la educación permanente capaz de absorber los cambios estructurales. Se postula una educación primaria y una educación media y alta capacitada para administrar la sociedad. También se establece una educación compensatoria para adultos que no han alcanzado el nivel mínimo.

La *vivienda* y la *urbanización* se centran en la superación del déficit habitacional y en la forma en que la urbanización impacta en las variables demográficas que se basan en el aumento de las expectativas de vida y la disminución de la mortalidad infantil. Se propone la optimización en la construcción de viviendas, si éstas forman parte de un grupo que debe tener un mínimo necesario de servicios (educación, salud), servicios sanitarios, agua, cloacas.

La *contaminación* obedece a causas diversas y no siempre el proceso de industrialización es el principal responsable. Su reducción depende de la eficacia de las medidas de control que se establecen. Un aporte sustancial es que la mayor pobreza incrementa la contaminación, en especial en los países subdesarrollados. En efecto la pobreza tiene como escenario ambiental la carencia de agua, la contaminación de la misma, la higiene deficiente, la precariedad de la vivienda, carencia o deficiencias en el sistema cloacal. En consecuencia un desarrollo global más equitativo de la humanidad que satisface las necesidades básicas, es esencial para reducir la contaminación ambiental.

Los *recursos no renovables*, uno de los sectores responsables en el modelo del Club de Roma de la fijación de límites al crecimiento mundial, no se agotan en la perspectiva del modelo de la Fundación Bariloche. Se sostiene que la corteza terrestre contiene recursos inagotables. Las limitaciones surgen de las formas y tecnologías actuales de detección y extracción que implican restricciones económicas temporarias, no físicas. Si bien la tierra es finita, la tecnología puede extraer recursos de diferentes formaciones geológicas y recuperar materiales que han sido utilizados. También, permite generar sustitutos y nuevas modalidades de uso. Un caso relevante es el de la energía. En consecuencia las reservas se establecen con relación a situaciones económicas y tecnológicas específicas, y no en términos absolutos. Esto

determina la posibilidad de que en forma permanente, aumenten las reservas. Se comprende en consecuencia por qué los límites del modelo del Club de Roma, de 600.000 millones de barriles de petróleo para el año 2000, se superaron para alcanzar mil millones de toneladas de barriles.

Las *simulaciones* llevadas a cabo para el modelo son relevantes en términos de reflexión sobre el mundo del futuro. Una de ellas se realizó teniendo en cuenta la regionalización realizada en otro modelo mundial[8] elaborado para Naciones Unidas. Entre los resultados alcanzados para las 15 regiones en que se dividió el mundo, es de interés comparar diferentes situaciones para los Estados Unidos de América y los países más adelantados de América Latina.

Con una distribución de ingresos igualitaria, el producto bruto interno por persona que satisface las necesidades básicas hacia el 2000 es de 4.407 para los países desarrollados y 807 dólares para los países subdesarrollados. Con una desigual distribución de ingresos, tal como la que se constata en 1970 se requieren 15.463 y 4.035 dólares respectivamente. Se demanda entonces, un mayor esfuerzo para sostener la desigual distribución de ingresos. En el primer caso los países latinoamericanos de mayor desarrollo alcanzarían a satisfacer las necesidades básicas en el año 1992. En el segundo caso tal situación se alcanzaría en el año 2046. Ello demandaría hacia el año 2000 una tasa de crecimiento medio anual del 9,9%.

El modelo de la Fundación Bariloche consistente con las reflexiones teóricas de la corriente *clásica-demanda efectiva* muestra varios aciertos en la construcción y simulación del modelo:

- El concepto de *necesidades básicas* es sistematizado por primera vez. Sin embargo, no se ha reconocido esta aportación sistémica. La economista y matemática argentina Graciela Chichilnisky ha profundizado los estudios relacionados con el citado concepto[9]. Sin embargo, los organismos internacionales que comenzaron a utilizar la noción de necesidades básicas en el ámbito académico, y para la formulación de medidas de apoyo a los países subdesarrollados, desconocen la originalidad de estas contribuciones. Lo mismo ocurre con economistas en el país y en el exterior, siendo una de las excepciones más destacadas la de Amartya Sen[10]. El "olvido" de la contribución argentina al abordaje sistemático es el tributo que se paga por pertenecer a un país subdesarrollado.
- La *regionalización* como instrumento de análisis del desarrollo y la organización *sectorial* del modelo. En la actualidad la importancia instrumental, jurídica y de promoción del desarrollo regionalizado es reconocida en todas las naciones. Sea ésta de integración entre países (Comunidad Europea, Mercosur, etc.), de ordenamiento territorial en un país (el artículo 124 de la Constitución Nacional reformada en 1994 lo establece para la República Argentina) o hacia el interior de una provincia (regiones de desarrollo y fiscales para la Provincia de Buenos Aires). Además, la regionalización formalizada mediante modelos *multisectoriales* facilita el mejor tratamiento de la tecnología.

---

[8] LEONTIEF, Wassily, *Structure of the world economy*, American Economy Review, 64 (6), December 1974.

[9] CHICHILNISKY, Graciela, *Development patterns and the international order*, Journal of International Affairs, Vol. 31, N°2, fall-winter 1977.

[10] SEN, Amartya, *Resources, values and development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, 1997.

- El *cambio estructural*, con diversos supuestos que se establecen para el progreso tecnológico, y las condiciones sociales e institucionales para alcanzar una sociedad más equitativa y alejada de la miseria.
- Las relaciones *centro-periferia* explicitadas plantean la disyuntiva de su reducción y eliminación en el tiempo, o el ensanchamiento de la brecha de desarrollo. El estado de situación para el año 1970, exhibía un elevado porcentaje de la humanidad en situación de miseria y de pobreza, en tanto que una minoría concentraba la mejor calidad de vida y los beneficios materiales de la ciencia y la tecnología. Todo esto se profundiza en la actualidad. El no-cumplimiento de las aspiraciones planteadas en el modelo, determina que en el año 2000 son 3.000 millones de habitantes los que viven en estado de pobreza, siendo indigentes 1.500 millones. Cerca de 50 millones mueren al año como resultado de la tremenda desigualdad que se registra a escala mundial. Las Naciones Unidas señalan que el 20% más rico del mundo consume el 86% de los bienes y servicios producidos anualmente, porcentual superior al de 70% que se registra en el año 1986.

Entre las *debilidades conceptuales* del modelo cabe señalar la representación del mundo económico con una función convencional de rendimientos constantes, y la incorporación de la tecnología como variable exógena. Ello disminuye la capacidad del mismo para explorar alternativas. Éste es un déficit notable dado que cuando se construyó el modelo, existían modelos de desarrollo endógeno en el contexto de la corriente clásica-demanda efectiva, tal como se describirá mas adelante. Estos modelos basados en rendimientos crecientes en sentido amplio, hubiesen sugerido una representación más ajustada del mundo real.

3. MODELOS DE DESARROLLO NACIONAL-REGIONAL

Las reflexiones acerca de la evolución de la sociedad mundial en un futuro distante proporcionan un marco de referencia para los diferentes modelos de crecimiento y desarrollo. Estos modelos construidos a escala nacional-regional operan en un horizonte temporal de 10-20 años. La evolución de las economías nacional, regional y local establece senderos de crecimiento que se proyectan y cambian. Tales senderos se sostienen en su evolución con modelos de estabilización de corto plazo (1-3 años). Los modelos de estabilización si no facilitan el desarrollo es porque han sido elaborados erróneamente.

En el tratamiento de estos temas centraremos el análisis en dos grandes programas de investigación: neoclásico y clásico- demanda efectiva. Un

tratamiento similar con relación a las corrientes del pensamiento lleva a cabo Pasinetti en su libro sobre dinámica económica estructural[11].

La *corriente neoclásica* define la economía en la dimensión praxeológica. Es una teoría de la acción racional que tiene por objeto seleccionar alternativas entre recursos escasos. Basada en la escasez y en el utilitarismo, opera en un mundo a-temporal, con leyes universales que se extrapolan a partir del sistema capitalista. Se trata de un modelo de reflexión donde el análisis se reduce a los procesos de *intercambio* que generan flujos entre la producción de bienes y su consumo, y entre sus agentes económicos, que son recompensados sobre la base de su productividad marginal. En efecto, la *maximización* de los beneficios de los agentes individuales, bajo los supuestos de rendimientos constantes en su función de producción, de competencia perfecta con información plena y descentralización económica, determina la distribución de ingresos. Los factores productivos son remunerados conforma a su productividad marginal. Se equipara así, el intercambio de bienes con la de los factores productivos, capital y trabajo. La distribución de ingresos se caracteriza por tornar irrelevante la condición de asalariado y de propietario del capital. Ambos son pagados conforme a la productividad marginal respectiva.

Otro aspecto central de la reflexión neoclásica se basa en la optimalidad del sistema, en el que el *equilibrio* general del mismo excluye los excesos de oferta y demanda. En un mundo dominado por el tiempo lógico y no histórico, el sistema se desplazaría sin cambios, bajo el supuesto ontológico y metodológico de estado estable.

Una contradicción, entre muchas que se detectan en este razonamiento teórico, es que si la distribución de ingresos es óptima, no es correcta la interpretación neoclásica de política económica en el sentido de que es necesario primero crecer para luego distribuir. La distribución con equidad estaría garantizada automáticamente conforme al teorema señalado.

La producción sólo contempla la actividad de la empresa individual (microeconomía) en la que el principio de sustitución entre bienes es el más relevante en términos de utilidad. Ello ocurre en mercados en el que la soberanía corresponde al consumidor. El principio de sustitución sin embargo no opera cuando surgen nuevos productos resultado del cambio técnico. Además la sustitución toma tiempo, siendo la información costosa.

La corriente neoclásica deriva de sus modelos conclusiones adversas a la participación del Estado en la economía. Toda política económica, es ineficaz frente a los mercados, los que siempre emiten las señales correctas para asignar los recursos. Los resultados adversos que resultan de la aplicación de estos modelos se explican mediante hipótesis ad-hoc: resultados no deseados, los ciudadanos *se* equivocan, el sistema político no comprende, etc.

El programa de investigación *clásico-demanda efectiva* afirma el concepto de economía política en lugar de ciencia económica. Su objeto es el estudio de las leyes de la producción, la distribución y de la demanda que regulan la satisfacción de las necesidades de la sociedad. No reduce el sistema

[11] PASINETTI, Luigi, *Structural economic dynamics. A theory of economic consequences of human learning*, Cambridge University Press, 1993.

a un proceso de intercambios[12]. En efecto, los intercambios de bienes responden a una etapa histórica del desarrollo económico mundial, el del capitalismo, en el que las instituciones, incluidos los mercados, evolucionan y se transforman en función de las cambiantes relaciones entre el capital y el trabajo. Estas relaciones empujadas por los cambios estructurales, en particular los científico-tecnológicos y los socio-culturales, asignan una dimensión social e institucional al capital y al trabajo. Sin desconocer la importancia de la productividad, la que debe ser redistribuida entre los asalariados, los capitalistas y el Estado, prioriza mecanismos institucionales para la asignación de las remuneraciones. Con relación al trabajo, el intercambio de lo que se denomina la fuerza de trabajo se refiere a los trabajadores que no se equiparan a una mera mercancía. En consecuencia, su remuneración responde a la capacidad de sus instituciones para negociar un salario que le permita satisfacer las necesidades básicas. Éstas son cambiantes en función de la evolución de la sociedad. Con respecto al capital, éste se remunera sobre la base de las expectativas de beneficios que el propietario de los medios de producción establece en función de sus costos de producción. Estos beneficios alimentan los procesos de inversión física, humana y social que sostienen la reproducción ampliada del capital. En este proceso las decisiones son propias del capitalista, sin que los trabajadores participen en ella. La asignación de recursos escasos entre usos alternativos está subordinada en este contexto, a la *creación de recursos* (inversiones, investigación y desarrollo, aprendizaje) que impulsan el crecimiento de la economía.

La economía según la perspectiva clásica-demanda efectiva encuentra eventualmente posiciones de equilibrio, pero se aleja de él por los cambios estructurales que dominan el funcionamiento del sistema. Las conclusiones derivadas de los modelos teóricos a partir del supuesto de estado estable, no se corresponden con la evolución de la economía real[13]. En este caso la historia importa, y es un elemento insoslayable para comprender el mundo actual, y para determinar junto a otros factores, la construcción del futuro.

La empresa es más que un ente individual. Ella está incorporada a un marco sistémico en el que se destacan las interrelaciones sectoriales que priorizan el principio de complementariedad. La asociación interramal de actividades abre el camino para una dimensión de análisis (mesoeconomía) en el que los actores son las corporaciones sindicales y empresariales. En este contexto cobran importancia las relaciones de poder y de dominación. Los mercados son, en buena medida, imperfectos y su eficacia depende del proceso de construcción de los mismos. En ellos importan tanto las preferencias del consumidor como las del inversor.

Los aspectos, entre otros de corto plazo y de largo plazo, del crecimiento y del ciclo, del tratamiento del tiempo histórico y del tiempo lógico, del rol del Estado y de la eficacia y cuantía de las políticas económicas reciben diferentes interpretaciones por parte de estos dos programas de investigación. En este trabajo se puntualizan otros dos aspectos controvertidos: los problemas de medición del capital y su relación con el teorema neoclásico de distribución de ingresos y el proceso relacionado de elección de técnicas.

---

[12] NELL, Edward J., *The revival of political economy*, en NELL, E.J., *Transformational growth and effective demand*, New York University Press, 1992, 3-22.

[13] HALEVI, Joseph; LAIBMAN, David y NELL, Edward J.; *Beyond the Steady State. A revival of growth theory;* St. Martin´s Press, New York, 1992.

En el mundo neoclásico el capital material, heterogéneo, se convierte, mediante la fijación de precios de mercado a los mismos, en el capital financiero, homogéneo. El capital como *fondo financiero* es esencial en la distribución de los ingresos, pero no en la producción. Acá importan los *bienes de capital*: máquinas, equipos, herramientas, materiales, etc., que son heterogéneos, relevantes en la función de producción.

El enfoque clásico-demanda efectiva descalifica esta solución dado que para conocer los precios del mercado deben conocerse los beneficios. En esta conversión cambia el valor del capital acorde con las relaciones tecnológicas que influyen en la fijación de los precios de los bienes y servicios. Los cambios salariales con una determinada intensidad tecnológica (capital/trabajo) conducen sectorialmente a subas y bajas en los precios que alteran el valor del capital[14]. Se afirma entonces que la función de producción utilizada para determinar la distribución de ingresos sobre la base del criterio de la productividad marginal, no es consistente. Los precios de mercado del factor capital contienen la tasa de beneficios determinada por los empresarios exclusivamente. El enfoque clásico-demanda efectiva señala que la distribución de ingresos se basa en relaciones de poder y tecnológicas vigentes, y cambiantes en la evolución del sistema capitalista. Cabe señalar que el problema de la disociación del fondo financiero de los bienes de capital fue resaltado por Schumpeter, economista de filiación neoclásica, quien concretó una producción intelectual, en muchos casos, totalmente alejada de la reflexión neoclásica. La controversia señalada derivó hacia 1970 en el debate Cambridge (universidad inglesa del mismo nombre) vs. Cambridge (ciudad próxima a Boston en la que se localizan, entre otras, la universidad de Harvard y el Instituto Tecnológico de Massachussets). El primero, centro académico del enfoque clásico-demanda efectiva y el segundo del enfoque neoclásico.

La *elección de técnicas* es el otro tema que establece profundas diferencias en el contexto del debate citado. El enfoque neoclásico sostiene que tal elección ocurre a través de un proceso individual basado en las propiedades de la función intensiva de producción y del teorema de distribución de ingresos. Ello conduce a una elección unívoca de técnicas que permite establecer prioridades de inversión a nivel microeconómico. En cambio el enfoque clásico-demanda efectiva sostiene que la elección de técnicas es inseparable del cambio técnico que se produce en los procesos de inversión, resultante de un específico régimen de acumulación de capital. Además la posibilidad del recambio de técnicas cuestiona la elección unívoca de las mismas.

Los puntos de partida descriptos marcan diferencias en la elaboración de los respectivos modelos de desarrollo.

3.1. MODELOS NEOCLÁSICOS

Los modelos neoclásicos de crecimiento equiparan la noción de crecimiento con la de desarrollo o la desconocen. Se diferencian en el mundo

[14] SRAFFA, Piero, *Producción de mercancías mediante mercancías*, OIKOS, Buenos Aires, 1960.

neoclásico según el tratamiento exógeno o endógeno dado a la tecnología. En el primer caso, desde la década de 1950, la contribución más relevante se asocia al nombre del premio Nobel de Economía, Robert Solow. En el segundo caso se trata de un conjunto de economistas —entre quienes se destaca el premio Nobel de Economía, Robert Lucas—, quienes desde finales de la década de los 80 hasta la actualidad, desarrollan numerosos modelos de crecimiento endógeno.

3.1.1. Modelos de Crecimiento con Tecnología Exógena

Las contribuciones de Solow parten de una crítica al modelo de crecimiento de la *demanda efectiva* desarrollado en forma independiente por Harrod[15] y Domar[16]. Éstos completan la visión de corto plazo de la demanda efectiva con un modelo de crecimiento que opera a través de los principios del multiplicador y del acelerador. Corresponde a un tiempo histórico en que la depresión de 1929 apuntaló el desarrollo de la demanda efectiva frente a una concepción neoclásica incapaz de superar la crisis. El enfoque de demanda efectiva es aceptado políticamente al dar respuesta al paro y la depresión. Su aceptación en el sistema capitalista dará origen al denominado Estado de Bienestar que se consolida desde mediados de la década del 30 hasta comienzos de 1970. Los problemas que preocupan son la desocupación y la discrepancia entre la capacidad utilizada potencial y la demanda efectiva. El acceso al crecimiento sustentable en el largo plazo es el objetivo de este modelo basado en pocos supuestos: razones de capital/producto (v) y de ahorro/producto (s) constantes, igualdad del ahorro (S) y de la inversión (I), tasa de crecimiento exponencial de la fuerza de trabajo y cambio técnico exógeno y neutral. La *forma condensada* del modelo refleja las relaciones técnicas del sistema económico. Ella se expresa en la denominada *ecuación fundamental* de Harrod- Domar:

$$\eta + \lambda = s/v \qquad (1)$$

donde:

η = tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo;

λ = tasa de crecimiento de la productividad laboral (razón producto/asalariados);

s = razón ahorro/producto;

v = razón capital/producto.

El lado izquierdo de la ecuación es la *tasa natural de crecimiento*. Es la máxima tasa potencial a la que crece el producto. Si es mayor que el lado derecho de la ecuación, el resultado será el desempleo. Si es menor, se tendrá

[15] HARROD, Roy, *An essay in economic theory*, The Economic Journal, 49, March 1939.
[16] DOMAR, Evsey, *Capital expansion, rate of growth and employment*, Econometrica, 14, April 1946.

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Profesor Emérito Dr. ALFREDO L. PALACIOS

una subutilización de la capacidad productiva del sistema. El lado derecho de la ecuación es la *tasa garantizada de crecimiento*. Ella asegura la capacidad plena utilizada de la economía. En otras palabras la ecuación fundamental iguala el equilibrio con pleno empleo y la capacidad plena utilizada. El rol de la inversión en la acumulación de capital es central. Del lado de la demanda, una nueva inversión, vía el multiplicador, incrementa el producto y éste, vía el acelerador, aumenta la inversión. Este proceso de realimentación de oferta-demanda revela la potencialidad de la inversión para aumentar la capacidad productiva en la economía. En consecuencia la realización de los planes de inversión es una condición necesaria para acceder al equilibrio. Los proyectos de inversión públicos y privados deben ser además eficientes en términos sectoriales, con niveles de productividad que contribuyan a reducir la inflación.

El *cambio técnico* exógeno, facilita el análisis de sus consecuencias en la sociedad, pero imposibilita conocer sus causas, sus relaciones con otras variables y la forma en que se manifiesta su evolución temporal. Este concepto que también recibe el nombre de *progreso técnico* se expresa en diversas variables como tecnología, capital humano, aprendizaje, investigación y desarrollo. El progreso técnico ha sido clasificado de distintas formas: *incorporado*, elementos tecnológicos que se hallan contenidos en el bien de capital, y *no incorporado*, independiente del bien de capital. Se trata en este último caso de cambios organizacionales, financieros, de mercado, investigación y desarrollo, aprendizaje. Otro aspecto muy importante es el de neutralidad o no del cambio técnico. Harrod definió el tipo de cambio técnico neutral cuando la tasa de crecimiento del producto ocurre, dado los beneficios, en un contexto de constancia de la razón capital/ producto e incrementos en la razón capital/trabajo. En cambio para Hicks la neutralidad se caracteriza por la constancia de la tasa de cambio del capital respecto del trabajo, es decir la parte del producto que va al capital y al trabajo es la misma.

La ecuación fundamental no tiene en cuenta supuestos sobre comportamientos e instituciones; solo refleja relaciones técnicas. Se trata de una ecuación con cuatro incógnitas: n, λ, s, v, que son parámetros exógenos. En consecuencia la igualdad en la ecuación sólo se da por azar. Esta *sobredeterminación*, si se producen desequilibrios, impide realizar ajustes para volver al equilibrio. Es un modelo esencialmente inestable, propiedad que disminuye su eficacia formal. En consecuencia la inestabilidad en este modelo se reduce, si varían los coeficientes. Dos economistas enrolados en programas de investigación diferentes, Kaldor en la corriente clásica-demanda efectiva y Solow en la neoclásica, formulan modelos que endogeinizan, en un caso la razón *s*, y en el otro la razón *v*.

Kaldor[17] flexibiliza la variable ahorro al descomponerla en dos: ahorro de los asalariados s_w y ahorro de los capitalistas w_c. Se trata de una versión kalekiana de la distribución de ingresos que Kaldor utilizará en los modelos de crecimiento. En el contexto del modelo de Harrod- Domar se pueden evaluar, entonces, los excesos y defectos del ahorro y la importancia de la participación de los trabajadores en los incrementos de la productividad a fin se sostener la demanda.

[17] KALDOR, Nicholas, *Alternative theories of distribution*, Review of Economic Studies, Vol. XXIII, 2, 1955/56, 83-100.

3.1.1.1. Solow

Solow[18] endogeiniza el coeficiente v: capital/producto y abre el camino para el análisis de la sustitución entre el capital y el trabajo, que en Harrod-Domar admite una sola combinación. En una economía sin cambio técnico, elabora un modelo de crecimiento neoclásico ortodoxo, centrado en la producción; la demanda queda fuera del análisis.

Los *supuestos* neoclásicos convencionales se hallan en la base de la elaboración del modelo:

- Función de producción homogénea, continua y diferenciable;
- Rendimientos constante de escala;
- Pleno empleo de los factores productivos;
- Sustitución de los factores productivos;
- Equilibrio ex-ante de ahorro (S) e Inversión (I): S = I;
- Economía de un solo bien (Y = producto);
- Razón constante s = S/Y (s = tasa de ahorro);
- Razón constante v = K/Y [v = razón capital (K)/producto (Y)];
- Tasa constante de crecimiento de la fuerza de trabajo (η);
- Tasa constante de crecimiento de la productividad laboral (λ);
- Progreso técnico neutral (con una tasa de beneficio dada un aumento en el producto mantiene constante la razón K/Y);
- Pago a los factores productivos sobre la base de su productividad marginal;
- Competencia perfecta;
- Los agentes son tomadores de precio en el mercado;
- Información perfecta;
- Economía descentralizada;
- Equilibrio general walrasiano;
- Estado estable del sendero de crecimiento.

El análisis se centra en la producción de un solo bien, utilizado tanto para el consumo como para inversión,

La *función intensiva de producción* es homogénea de grado 1, lineal:

$$y = f(k) \qquad (1)$$

[18] SOLOW, Robert, *A contribution to the theory of economic growth*, Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, 1956, 65-94.

donde:

y = productividad laboral (producto/trabajo);

k = intensidad del capital (capital/trabajo).

La *función de acumulación del capital* se desarrolla a partir de:

$$k = K/L \qquad (2)$$

donde:

k = intensidad de capital;

K = stock de capital;

L = fuerza de trabajo.

El desarrollo de la ecuación (2) con la ecuación (1) genera la *ecuación fundamental*, no lineal, en la que se define la trayectoria temporal de la tasa de cambio del capital por trabajador:

$$\dot{k} = sf(k) - \eta k \qquad (3)$$

$\dot{k}$ = tasa de cambio del capital por persona;

sf (k) = ahorro o inversión bruta por trabajador;

ηk = inversión necesaria para mantener constante la intensidad del capital k;

η = tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo.

El supuesto de una tasa de ahorro constante s = ahorro/producto, es un supuesto no neoclásico, que anula el comportamiento optimizador de los agentes económicos. El ahorro y la inversión coinciden en esta economía cerrada, sin deuda ni dinero. En cuanto a la fuerza de trabajo, variable exógena, crece a la tasa exponencial (η).

El supuesto de *estado estable,* en el que las variables crecen a tasa constante se alcanza con $\dot{k} = 0$. En consecuencia se tiene:

$$sf(k) = \eta k \qquad (4)$$

Dado que f(k) expresa la productividad laboral en su forma intensiva y que k es la relación capital (K) / trabajo (L) de la citada ecuación, la relación

(4) no es otra cosa que la ecuación fundamental de Harrod-Domar sin cambio técnico:

$$\eta = s/v \qquad (5)$$

Se demuestra que el stock de capital por trabajador converge al estado estable. La solución es *única, equilibrada* y *estable*. La tasa de crecimiento del capital/trabajo se iguala a la tasa de crecimiento del producto por trabajador y al consumo por persona en esta economía cerrada.

La solución de equilibrio es:

$$0 = s(\alpha - 1)\dot{k}/k \qquad (6)$$

donde:

α = coeficiente de elasticidad de k.

En esta ecuación; $s \neq 0$, $\alpha < 1$, luego $\dot{k}/k = 0$.

El modelo sin progreso técnico converge a una situación en que la tasa de crecimiento $\dot{k}/k$ se anula. Alcanzado el estado estable, el crecimiento se detiene. Ello ocurre porque la productividad marginal del capital es decreciente, lo que permite mantener el supuesto de competencia perfecta. En consecuencia, llegado al estado estable, la tasa de ahorro no sostiene el crecimiento de la capacidad utilizada.

Desde el punto de vista del mundo real, la economía de los países capitalistas desarrollados crecía a un ritmo superior a lo que indicaban los factores productivos convencionales. Esto obedecía a la intensidad del cambio técnico. Era necesario incorporar la variable tecnología. La incorporación a la función de producción de la variable tecnología en un mundo de rendimientos constantes, implica que dicha variable tendrá rendimientos decrecientes. Si se cumple el principio de Euler para los factores productivos, capital y trabajo, que son retribuidos hasta agotar la renta, la tecnología sería un bien público libre. En consecuencia sería bajo el interés de los empresarios en invertir en tecnología.

Solow incorpora la tecnología como variable exógena que será, con modificaciones, el antecedente de los modelos denominados AK.

La función intensiva de producción será:

$$y = Af(k) \qquad (7)$$

A = variable tecnología, exógena, que aumenta el trabajo (Harrod neutral).

En este caso el sistema es conducido a través de un sendero de crecimiento equilibrado y estable, que asegura un crecimiento a tasas iguales para el trabajo, el capital y la tecnología en términos de estados estacionarios. Éstos son diversos y uno de ellos con intensidad del capital (k) óptimo y con consumo máximo se denomina *regla de oro.*

La incorporación de la tecnología a la función de producción convencional muestra que ahora el crecimiento del producto por trabajador depende de dos factores exógenos: tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo y de la tecnología. Los factores que explican el crecimiento al ser exógenos limitan la explicación de las diferencias de crecimiento entre países y regiones.

Las diferencias de crecimiento se evalúan en términos de la velocidad en que las economías se mueven hacia el estado estable. Se establece así la hipótesis de *convergencia* como relación inversa entre el producto inicial de una economía y su tasa de crecimiento. Se espera que la tasa de crecimiento del país subdesarrollado evolucione a una tasa superior a la del país desarrollado. Ello implica que no se cuestionan las características productivas de los países. Ésta es la denominada *convergencia absoluta.* Se arribaría al mismo nivel de vida entre las naciones. La flexibilización de los criterios que se utilizan para realizar el análisis conduce a la denominada *convergencia condicional*: se tienen en cuenta los diferentes estados estables que exhiben los países analizados.

Solow en otro trabajo[19] mide el progreso técnico exógeno:

$$X = Ae^{\eta t} \left[K^{\alpha} L^{1-\alpha}\right] \qquad (8)$$

donde:

X	=	producto bruto interno;
A	=	índice de eficiencia de Hicks (índice de la productividad total de los factores); mide el efecto acumulado del desplazamiento de la función a lo largo del tiempo;
η	=	tasa de crecimiento exponencial;
K	=	stock de capital;
L	=	personal ocupado remunerado;
α, (1-k)	=	parámetros de ponderación. Bajo el supuesto de rendimientos constantes de escala son los coeficientes del capital y del trabajo respectivamente (determinan los porcentajes de participación de los ingresos de los factores citados).

Una contribución empírica relevante derivada de la ecuación (7) es la denominada medición "contable" de la productividad de los factores que se obtiene como residuo.

[19] SOLOW, Robert, *Technical Change and the Aggregate Production Function,* Review of Economics and Statistics, Vol. 39, 1957, 312-320.

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \left[\alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1-\alpha)\frac{\dot{L}}{L} \right] \qquad (9)$$

donde:

$(\bullet)$ = tasa de crecimiento.

Es importante señalar que para la teoría neoclásica la elección de técnicas para un solo bien se determina unívocamente:

Una menor tasa de interés (i) [mayor salario real (w/p)] determina un incremento de la intensidad del capital (k) y de la productividad laboral (y) al tiempo que declina la productividad marginal del capital.

Con más de un bien (capital heterogéneo) existe la posibilidad de que una mayor tasa de interés no desplace el proceso hacia una tecnología de trabajo intensiva, y permanezca en un proceso de capital intensivo (recambio de técnicas). La imposibilidad de concretar el criterio de univocidad fue demostrado por Sraffa[20] en su extensa crítica a la teoría neoclásica.

Desde el punto de vista del crecimiento regional se incorporan al modelo de Solow dos supuestos:

- Igual función de producción para todas las regiones;
- Libre movilidad de los factores de la producción.

Bajo estas condiciones, un aumento en la intensidad del capital (k) determina la reducción de su productividad marginal y el incremento de los salarios; el caso contrario ocurre cuando declina k. A su vez el factor trabajo se comporta en forma similar. En consecuencia, en el primer caso el capital se dirige a la región con ingresos bajos al tiempo que recibe trabajadores (su productividad marginal es baja en las regiones rezagadas). El ritmo de crecimiento se reduce para la región central y se incrementa en la rezagada. Se producirá una tendencia a la igualación de los ingresos personales que favorece el proceso de convergencia entre las naciones pobres y ricas.

Los modelos neoclásicos reducen el análisis territorial a un punto, es decir a regiones homogéneas. Se restringen en consecuencia sus posibilidades analíticas a escala nacional, regional, local. Esta mutilación en el tratamiento de los fenómenos económicos abarca lo social, tecnológico, institucional y cultural.

Las dos contribuciones centrales de Solow, hipótesis de convergencia y la medición del residuo contable como intensidad del progreso técnico, han ocupado un lugar de privilegio, durante años, en el mundo académico. En un caso por la calidad de la demostración matemática y la hipótesis de *convergencia* en la economía mundial bajo ciertas condiciones. En el otro, por la simplicidad en la medición del *residuo*, *eficiencia tecnológica* o *productividad total de los factores* en la función de producción especificada. Sin embargo la crítica a ambas conclusiones ha sido creciente. Con relación a la hipótesis de convergencia, los numerosos trabajos econométricos realizados sólo muestran

[20] SRAFFA, Piero, *Producción de mercancías por medio de mercancías*, Oikos, Tau, 1966.

convergencia entre regiones que han recibido un impulso deliberado en su crecimiento. Esto es, las políticas de desarrollo han reducido las diferencias. Sin embargo, el mundo neoclásico descalifica las políticas económicas. Éstas precisamente han acelerado la convergencia entre regiones.

En cuanto a la medición de la *productividad total de los factores* se señala entre otras críticas, los errores de medición que anulan la contabilidad del denominado *residuo*. El trabajo más incisivo es el de Scott[21]. Sostiene que en la teoría del crecimiento, el tratamiento del progreso técnico como factor exógeno, independientemente de la tasa de inversión carece de sentido El residuo sería el resultado de un error de medición, en el que incide la forma en que se calcula el stock de capital. En consecuencia, el cambio técnico debe atribuirse a la variable inversión correctamente medida[22].

La no-constatación de la hipótesis de convergencia y la ausencia de tratamiento de los rendimientos crecientes de escala en sentido amplio, entre otros temas, conducen a la elaboración de los llamados modelos de crecimiento endógeno neoclásicos. Ellos son contribuciones de la corriente neoclásica desde la década de los 80.

El apogeo de la revolución científico-técnica y de su principal resultado productivo, las industrias de tecnología avanzada, influyen en los modelos de crecimiento que se elaboran en los diferentes programas de investigación. La ciencia y la tecnología pasan a ser el principal insumo productivo. Denominaciones como economía de la información, economía del conocimiento y economía del aprendizaje se suceden en un intento por describir y explicar las profundas transformaciones que ocurren a escala mundial. El supuesto de la tecnología exógena en los modelos neoclásicos ortodoxos era insuficiente y relegaba a un segundo plano el interés de los economistas por la ciencia y la tecnología. La relevancia de la tecnología al ser exógena se reducía al estudio de sus impactos. Era necesario conocer las causas que impulsan el avance la ciencia y la tecnología, su rol en los procesos de innovación, los mecanismos de su difusión, su tratamiento como factor productivo y el rol de sus instituciones. Se abre entonces un nuevo espacio de conceptualización en el que se incorporan endógenamente la ciencia y la tecnología, la investigación y desarrollo, el capital humano, las modalidades de aprendizaje, las instituciones y el capital social. También se demanda una evaluación multidimensional en los proyectos de inversión. Surgen nuevas especialidades académicas como economía de la innovación, administración de la tecnología, mesoeconomía, etc. En el terreno teórico del desarrollo y el crecimiento las contribuciones se centran en el tratamiento del rol del conocimiento y de la tecnología, los rendimientos crecientes, la generación y el efecto de las externalidades positivas, todos ellos indicadores esenciales en los modernos modelos de desarrollo.

[21] SCOTT, Maurice F.G., *A new view of economic growth*, Clarendon Press, Oxford, 1989.

[22] McCOMBIE, John S. L. y THIRLWALL, A. P., *Economic growth and the balance of payments constraint*, St. Martin Press, Inc., New York, 1994, p. 129.

3.1.2. Modelos de Crecimiento con Tecnología Endógena

El modelo de Solow y de los economistas que incorporan la tecnología como variable exógena no satisfacen a economistas, que enrolados en el programa de investigación neoclásico, cuestionan el supuesto de rendimientos constantes, y la no confirmación empírica de la convergencia entre naciones y regiones. A partir de la década del 80 surgirán modelos que tratan de dar respuestas más eficaces al comportamiento que se observa en la economía local, regional y mundial. La forma en que evolucionan los países y regiones no concuerda con las conclusiones más relevantes de la ortodoxia neoclásica. La incorporación de supuestos, como el de rendimientos crecientes y de mercados imperfectos, era necesaria para lograr una mejor representación del mundo real. Ello conduce a soluciones no aceptadas por la ortodoxia, en particular porque conduce a equilibrios múltiples, sub-óptimos.

La *endogeneización* de la ciencia y la tecnología que postulan los teóricos del crecimiento endógeno neoclásico no es un tema nuevo. Como veremos más adelante, había sido abordado tempranamente por los economistas que responden al denominado programa de investigación clásico-demanda efectiva. Estos aportes fueron en muchos casos ignorados por los economistas neoclásicos del crecimiento endógeno.

La endogeneización de las variables relacionadas con el *cambio técnico* permite explicar su comportamiento. Ello no es factible con los modelos ortodoxos. La exogeneidad de las variables, al ser dados sus valores, sólo permite evaluar los impactos, no la génesis, causas que las motorizan y la forma en que evolucionan. En cambio, en el crecimiento endógeno la tasa de crecimiento de la economía no es dada desde afuera. Los agentes económicos con sus preferencias y gustos determinan la tasa, al tiempo que con su acción generan fuertes externalidades.

Los modelos de crecimiento endógeno neoclásicos limitan el análisis a la oferta, dejando afuera como es tradicional en el programa de investigación neoclásico, a la demanda efectiva y la distribución de los ingresos. La exclusión de la demanda es uno de los aspectos más críticos. Así, el tema de la *creación de recursos*, entre ellos la innovación y la inversión estrechamente relacionados con la jerarquización de la demanda, no es analizado desde la demanda. El cambio estructural y los aspectos sociales, institucionales y el rol del estado no se exploran. Estos últimos temas, difíciles de modelizar, no reciben el tratamiento adecuado; se preserva así la rigidez que impone todo proceso de formalización. Además, son modelos con un elevado nivel de agregación, un solo bien determinado sólo por la oferta. Esto es una severa limitación, dado que la tecnología impacta en forma diferencial a los diferentes sectores de la economía, y se relaciona con ámbitos que exceden el campo estrictamente económico. Al no ser tomada en cuenta esta particularidad no se accede al análisis más amplio de la dinámica económica.

En el terreno metodológico no se superan las limitaciones de la ortodoxia. Se acepta el *individualismo metodológico* que dificulta la comprensión de la relación micro-meso-macroeconómica. El encierro conceptual que produce este enfoque restringe los procesos de agregación a una simple suma, al tiempo que suprime el análisis de la mayoría de las variables que co-evolucionan con el sistema económico.

Se preserva el carácter *ahistórico* de los modelos neoclásicos, recluidos en un tiempo lógico que desconoce el tiempo histórico y las transformaciones de la sociedad.

Los *supuestos neoclásicos* de rendimientos constantes y de competencia perfecta de los mercados no se mantienen. Se adhiere, en cambio, al supuesto de crecimiento estable *balanceado* (todas las variables crecen a la misma tasa de equilibrio, siendo fija las relaciones entre las mismas). En consecuencia se excluyen el análisis y los impactos del cambio estructural que caracterizan al sistema económico en su evolución histórica real. Con el cambio estructural, el crecimiento sectorial es diferente; surgen nuevos bienes y cambia la composición relativa de los sectores. Los proceso de transición con problemas de complementariedad y coordinación asociados, se dejan de lado. Además la secuencia: - productividad laboral-inversiones-innovación-, en un proceso de rendimientos crecientes y externalidades, genera desequilibrios no compatibles con las soluciones que surgen bajo el supuesto de *estado estable*. Otros supuestos que permanecen son los de pleno empleo y capacidad utilizada plena. También el de *expectativas racionales* o pronóstico perfecto (variación no estocástica de tales expectativas). Entre las críticas[23] que recibe este supuesto, se destaca la constancia histórica de las variables: las relaciones no varían. Ello invalida el análisis del cambio estructural.

Un aporte significativo, aunque cuestionable, en cuanto a las conclusiones, es la visión de estos economistas sobre el *crecimiento cíclico*. Estos aportes se originan en Marx y Schumpeter, y más adelante se profundizan con Kaleki y Goodwin, enrolados mayoritariamente en la corriente clásica-demanda efectiva. El crecimiento cíclico asocia el desarrollo y el crecimiento con la estabilización. En consecuencia colisiona con la visión neoclásica ortodoxa que independiza el ciclo del crecimiento. Además, su limitación radica en que sólo la tecnología es el factor dominante. Las variables de corto plazo que operan desde la demanda, no se tienen en cuenta.

La *formalización matemática* es una aportación genuina en estos modelos. Los rendimientos constantes se mantienen al nivel de la firma, no de la economía en su conjunto. Las firmas generan entre ellas, externalidades, que se traducen en rendimientos crecientes en sentido amplio. Los rendimientos crecientes también se hallan en las variables I&D o capital humano. En consecuencia al generar externalidades estos insumos críticos bajan costos y aumentan la eficiencia de la economía.

Las funciones de producción agregan el producto en un solo bien (no admite bienes heterogéneos, así como tampoco en sus insumos críticos, capital y trabajo). Ello deja de lado los cambios que ocurren en el producto y en la productividad de los factores a escala sectorial. Los nuevos insumos, tangibles o intangibles relacionados con la investigación y desarrollo, educación, aprendizaje, capital intelectual, entre otros, aportan los rendimientos crecientes en sentido amplio (rendimientos estáticos y dinámicos) y externalidades. Estos bienes de alto contenido social, al ser endogeneizados amplían la gravitación del complejo de ciencia y tecnología. Este complejo no sólo trata de la generación de productos culturales, que históricamente se han computado como servicios, sino que los mismos son insumos productivos, y como tal, deben ser medidos.

[23] KLEIN, Lawrence; WELFE, Aleksander; WELFE, Wladyslaw; *Principles of macroeconometric modeling*; North-Holland, 1999, 280-284.

Se extiende la conducta de maximización de la utilidad a todos los aspectos de la vida social. El comportamiento óptimo intertemporal de un agente económico representativo que maximiza la función de utilidad sobre un horizonte infinito, agrega una complicación innecesaria, tal como lo señala Solow[24]. La tasa de ahorro no será en este caso una constante, supuesto que en el modelo de Solow se alejaba de los fundamentos neoclásicos. El comportamiento del ahorro será óptimo. Es marcada la influencia de la microeconomía en el tratamiento del agente económico representativo, sea productor o consumidor. No obstante, la maximización intertemporal, en un modelo de un solo bien, no capta el desplazamiento de los factores productivos, de la productividad, ni el rol que juegan las innovaciones en nuevos métodos y bienes.

Los rendimientos crecientes y los mercados imperfectos que se asocian a los mismos generan soluciones no compatibles con la ortodoxia: *equilibrios múltiples* y *subóptimo social.* El crecimiento puede resultar constante o explosivo. En este caso se incorporan amortiguadores como el ocio en las funciones de utilidad.

Una crítica esencial[25] con relación a la formalización matemática de los modelos de crecimiento endógeno, es que sólo analizan las causas inmediatas del crecimiento, y no los factores que se hallan detrás de tales causas.

No obstante las limitaciones puntualizadas, los modelos de crecimiento endógeno aportan novedades respecto del modelo ortodoxo, al reconocer la necesidad del ejercicio efectivo de políticas de infraestructura, de investigación y desarrollo, de formación del capital humano y de subsidios para impulsar el mismo y la innovación. Ello contradice a la ortodoxia que demuestra teóricamente que la eficiencia y eficacia del sector público en la elaboración de políticas son inferiores a la que se obtiene con el libre juego de las fuerzas del mercado. También en este mundo de rendimientos crecientes, cambia el análisis del comercio internacional, y como se ha señalado se cuestiona el proceso básico de convergencia nacional-regional.

Los modelos de crecimiento endógeno son en el ámbito teórico y operacional, numerosos. Se exponen a continuación algunos de ellos.

3.1.2.1. Modelo con Tecnología AK

a. Rebelo

La función de producción:

$$X = AK \qquad (1)$$

[24] SOLOW, Robert, *Perspectives in growth theory*, Journal of Economic Perspectives, 1994, 67-86.

[25] NELSON, Richard, *The agenda for growth theory: a different point of view,* Cambridge Journal of Económics, 22, 1998, 497-520.

donde:

X = producción bruta;

A = nivel de la tecnología, constante;

K = stock de capital en sentido amplio.

se denomina *modelo con tecnología AK.*

Frankel[26]deriva esta función en 1962. Se considera el antecedente más temprano de la misma, la que recién se retoma avanzada la década de 1980.

Rebelo[27], en 1991 realiza un aporte central para este tipo de modelos al desarrollar un modelo de crecimiento endógeno de tipo AK.

Una función de producción del tipo:

$$X = K^{a+b} L^{c}, \qquad (a + b = 1) \qquad (2)$$

donde:

X = producto bruto;

K = stock de capital;

L = demanda laboral;

a+b = coeficientes de rendimientos de escala del stock del capital, siendo b igual a las externalidades bajo la forma de retornos sociales;

c = coeficientes de rendimiento de escala de L, nulo.

Esta función de rendimientos constantes, basada en la productividad media y marginal constante del capital, sustituye a los rendimientos marginales decrecientes del modelo ortodoxo. Ello genera un crecimiento sustentable del producto bruto.

La función con un solo factor reproductivo acumulable permite incorporar el capital humano que se asocia al capital físico. Se tiene una forma de stock de capital en sentido amplio, capital físico más capital humano.

Se arriba así a la ecuación:

$$X = AK \qquad (3)$$

[26] FRANKEL, Marvin, *The production function in allocation and growth: a synthesis*, American Economic Review, 52, 1962, 995-1.022.

[27] REBELO, Sergio, *Long-run policy analysis and long-run growth*, Journal of Political Economy, 99, 1991, 500-521.

Se mantiene el supuesto de mercados perfectos y se elimina el trabajo como factor no acumulable. El trabajo es redefinido en términos de un factor acumulable, el capital humano. Se tiene un solo factor acumulable, basado en el capital físico más el capital humano. La nueva variable se denomina *stock de capital en sentido amplio.* La productividad marginal del factor K no se anula, y no es necesario recurrir a los rendimientos crecientes Esta simple transformación suprime los rendimientos decrecientes del modelo neoclásico ortodoxo que limita el crecimiento. Además se endogeiniza la variable tecnología lo que permite determinar el crecimiento dentro del modelo. La función de producción *lineal* explica así el crecimiento conjunto del capital y del producto bruto, bajo la constancia de A. También, bajo el supuesto de estado estable, la tasa de crecimiento del producto depende de decisiones individuales sobre variables endógenas como la tasa de ahorro, lo que establece otra diferencia con el modelo de Solow, en la que la tasa de ahorro es constante.

La función de producción se asocia a una *función de utilidad* para el agente económico representativo, con elasticidad de sustitución intertemporal, constante. Dado un número fijo de habitantes, se arriba a un resultado *equilibrado,* donde el producto, el stock de capital en sentido amplio y el consumo crecen a la misma tasa. Además se aumenta la preferencia por la inversión, la tasa de ahorro es mayor, acentuando el crecimiento de la economía. Si el nivel de A cambia, también se acelera el crecimiento.

El equilibrio competitivo que se alcanza no es un óptimo paretiano. Ello abre el camino para la formulación de políticas económicas.

Las *políticas económicas* se centran en la promoción de la educación básica, investigación y desarrollo e infraestructura.

Rebelo propone en términos fiscales reducir la tasa marginal sobre los ingresos a fin de impulsar las inversiones que tienen una mayor tasa neta de retorno.

3.1.2.2. *Modelo Basado en el Capital Humano*

a. Lucas

Lucas[28] desarrolla un modelo de crecimiento endógeno basado en el capital humano. Éste es una variable reproductiva, acumulable que tiene rendimientos dinámicos de escala. El capital humano mantiene rasgos de bien público y a su vez es apropiado por los individuos.

Lucas privilegia el capital humano sobre la tecnología como factor de crecimiento. La tecnología en la medida que es un bien público está a disposición de todos y por lo tanto no explica las diferencias entre las naciones. El capital humano al ser apropiable por los agentes económicos

[28] LUCAS, Robert E., *On the mechanisms of economic development*, Journal of Monetary Economics, 22-1, 1988, 3-42.

determina que ciertos países con elevada dotación de capital humano tomen ventajas sobre otros que no se equiparan en la disposición de capital humano.

El modelo opera en el mundo neoclásico y establece diferencias en el sentido de que suma al capital físico las *externalidades* que resultan del capital humano. Se parte de la acumulación a nivel microeconómico del capital humano individual (h) que se pondera por el tiempo que un trabajador consagra a la producción de un bien (b), siendo (1-b) la acumulación de competencias para un tiempo total igual a uno.

La acumulación lineal resultante $(\dot{h})$ asegura un crecimiento constante en la medida que el aprendizaje no declina en el tiempo; por el contrario se mantiene. Además los conocimientos se transmiten y acumulan por generaciones, siendo la transmisión intergeneracional, completa.

La *función de producción* que se especifica es:

$$X = AK^{\beta} (bh)^{1-\beta} h_a^{\lambda} \qquad (1)$$

donde:

X = producto bruto;

A = parámetro constante;

K = capital físico;

β = parámetro de K;

b = capital humano individual;

h = tiempo que el trabajador destina a producir el bien;

h_a = nivel medio de capital humano de todos los individuos. Idénticos, tal que $h_a = h$.

λ = parámetro de h_a, externalidades que genera la variable capital humano.

El capital físico se acumula en proporción al ahorro sobre el consumo. A su vez los rendimientos crecientes vienen de h_a.

El modelo se completa con una *función de utilidad* de elasticidad de sustitución intertemporal constante. La solución de optimización es definida por los valores de K, h, b, c, y es afectado por las externalidades. Cuando h coincide con h_a, las tasas de crecimiento del capital humano, del producto, del consumo (c) y del capital por persona son iguales.

Las diferencias entre naciones obedecen a que la proporción K/h con rendimientos crecientes favorece al país más dotado con ambos factores. En consecuencia, la rentabilidad de K es mayor en el país más dotado e induce a que K se desplace al país con mayor rentabilidad. Luego, las economías de los países no convergen. Además, a más capital humano, las externalidades que genera determinan un salario real mayor en el país más dotado. El trabajador al ser más productivo, recibe un mayor salario real.

3.1.2.3. Modelo Basado en la Tecnología

a. Romer

La ecuación X = AK, base de los dos trabajos anteriores también fue utilizada por Romer en un trabajo del año 1986[29].

Romer se basa en la ecuación X = AK. En este caso se tienen en cuenta la creciente variedad y calidad de los bienes de capital e insumos intermedios que contrarrestan la propensión a los rendimientos decrecientes. En este modelo el crecimiento es dirigido por el cambio tecnológico generado por decisiones de inversión que llevan a cabo los agentes económicos maximizadores de beneficio[30].

La tecnología se incorpora endógenamente al modelo como un insumo que no es bien convencional ni bien público. Es un bien no-rival, parcialmente excluible.

El stock de capital es un conjunto de bienes e insumos variados y de calidad. La investigación y desarrollo y la mano de obra calificada son requeridas para desarrollar la producción. Los gastos en investigación y desarrollo sólo son recuperables en mercados competitivos monopólicos. Esta exigencia y la incorporación de un bien, la tecnología, parcialmente excluible y que incorpora no-convexidad, determinan un mercado de competencia monopólica.

El supuesto de competencia perfecta se mantiene en el sentido de que la firma no tiene rendimientos crecientes. Los rendimientos crecientes surgen vía externalidades que se producen en el conjunto de la economía. En consecuencia, los rendimientos crecientes son externos a la firma.

Las externalidades tecnológicas positivas se refuerzan con la ampliación de los mercados y del capital físico y el conocimiento, a través de un mecanismo similar al que plantea Kaldor.

El conocimiento acumulado por el aprendizaje por la práctica, se difunde mediante la información a otras firmas. A su vez la elevada complementariedad entre sectores y firmas incrementan las externalidades. Surgen así los rendimientos crecientes.

La *función de producción* es:

$$X = f(k_j, K) \qquad (1)$$

[29] ROMER, Paul, *Increasing returns and long-run growth*, Journal of Political Economy, October 1986, 1002-1037.

[30] ROMER, Paul, *Endogenous technological change*, Journal of Political Economy, October 1990, S71-S101.

donde:

k_j = stock de capital por persona en la firma j.

$K = \Sigma k_j$

También:

$$F(k, K) = k^a K^b \qquad (2)$$

La función de utilidad (U) donde c es el consumo es:

$$U(c) = \ln(c) \qquad (3)$$

La solución del modelo muestra tres alternativas según la suma de los parámetros sea menor, igual o mayor a uno.

Si la suma de los parámetros es menor que 1 los rendimientos del conocimiento en el ámbito individual y global serán decrecientes: El factor acumulable no presenta externalidades positivas. Se tiene una situación similar al modelo inicial de Solow en el que se anula en el largo plazo, el crecimiento.

Si la suma de los parámetros se iguala a uno, los rendimientos son constantes. Es semejante al modelo de Solow con tecnología exógena y en consecuencia el crecimiento es sostenido. La diferencia es que en el modelo que se describe el conocimiento es el factor acumulable endógeno.

Si la suma de los parámetro es mayor que uno, los rendimientos son crecientes con una tasa de crecimiento de producto, indefinida. El crecimiento explosivo que esto implica ha sido cuestionado por Solow.

El equilibrio que se alcanza en los dos últimos casos es subóptimo y en consecuencia el nivel de inversión será inferior al nivel del óptimo social.

Entre los numerosos modelos de crecimiento endógeno cabe señalar el de Krugman sobre comercio internacional[31] y el enfoque neo-schumpeteriano de Aghion y Howitt sobre el rol de la innovación endógena en el ámbito sectorial[32]. Asimismo los modelos de crecimiento endógeno, entre sus conclusiones teóricas, afirman el desarrollo divergente entre las naciones.

[31] KRUGMAN, Paul, *Endogenous innovation, international trade an growth,* en KRUGMAN, Paul, *Rethinking International Trade*, MIT Press, Cambridge, 1990.

[32] AGHION, Philippe y HOWITT, Peter, *A model of growth through creative destruction.* Econometrica, Vol. 60, N°2, March 1992, 323-351.

3.1.2.4. Tests de Convergencia

a. Sala-Martin

Sala-Martin[33] describe teóricamente los diversos modelos neoclásicos, ortodoxos y heterodoxos. Los primeros, con base en la hipótesis de rendimientos decrecientes del capital, afirman en sus conclusiones la convergencia del ingreso real por persona, a lo largo del tiempo, de los países pobres y ricos. Los segundos, basados en rendimientos constantes del capital o rendimientos crecientes de la economía, resultantes de externalidades, sostienen la divergencia entre países pobres y ricos. La convergencia absoluta entre países afirma que existe una relación negativa al comparar el crecimiento del producto por persona en un año inicial y su tasa de crecimiento a lo largo del tiempo. Así, el Reino Unido, con alto producto por persona inicial crece más lento que Japón que siendo en el inicio un país pobre acelera su crecimiento a lo largo del tiempo. Esta comparación sólo ocurre para los países desarrollados, con similar estado estacionario. No todos los países tienen el mismo estado estacionario, el que difiere en cuanto a disposición de los recursos primarios y de tecnología. En consecuencia, cada país atrasado, a igualdad de disposición de factores, crecería más rápido hasta alcanzar su propio estado estacionario. Al no probarse para todos los países la *convergencia absoluta,* las conclusiones son adversas para la corriente neoclásica ortodoxa. Se trata de probar, entonces, la *convergencia condicional.* Sala-Martin realiza tests econométricos distinguiendo lo que denomina *σ-convergencia* (reducción en el tiempo de la dispersión del ingreso real por persona entre grupo de países), de la *β-convergencia* (los países pobres crecen más rápido que los ricos; se prueba si existe relación inversa entre la tasa de crecimiento del ingreso real por persona en los países pobres y el nivel inicial de dicho ingreso).

La realización de tests sobre la convergencia son numerosos, entre ellos, los que realiza Sala-Martin con Barro[34]. Los resultados sólo muestran cierta convergencia en el desarrollo hacia el interior de las naciones desarrolladas o entre naciones de áreas desarrolladas, no así con respecto a los países que integran la relación norte-sur.

Cabe agregar que los diversos tests econométricos realizados sobre *convergencia,* son cuestionados al encuadrarse en el mismo tipo de error estadístico observado en la denominada falacia de Galton de regresión hacia la media. Este biólogo estadístico inglés utiliza por primera vez en 1886 la palabra *regresión,* para referirse a la relación existente entre la altura de padres e hijos y viceversa. Tales alturas son regresadas hacia las medias respectivas. Friedman[35] señala que esta falacia aparece en muchos trabajos estadísticos no obstante la solvencia de los investigadores que realizan tales

---

[33] SALA-MARTIN, Xavier, *Apuntes de crecimiento económico*, 2ª. Edición, Antoni Bosch Ed., Barcelona, 2000, 193-226.

[34] BARRO, Robert J. y SALA-MARTIN, Xavier, *Convergence across states and regions*, Brookings Papers on Economic Activity, 1, 1991.

[35] FRIEDMAN, Milton, *Do old fallacies ever die?*, Journal of Economic Literature, Vol. XXX, December 1992, 2129-2132.

trabajos. Asimismo, Quah[36] desarrolla una versión dinámica de la falacia de Galton en la que muestra que los resultados estadísticos no confirman la hipótesis de convergencia entre países; por el contrario demuestra la vigencia de un desarrollo divergente en la evolución de la economía mundial.

3.2. MODELOS CLÁSICO-DEMANDA EFECTIVA

Los modelos que se describen sintetizan aportes relevantes de las corrientes *clásica* y de *demanda efectiva* en el contexto del desarrollo. Entre otras cabe citar el trabajo clásico pionero de Marx, y las heterodoxas contribuciones de Schumpeter, así como las de Young, Sraffa, Leontief, Myrdal, Kaldor, Verdoorn, Perroux. A este proceso de convergencia teórica se agregan las importantes contribuciones de las escuelas institucionalista, evolucionista y de la regulación. Ellas han contribuido en diversos campos, macroeconómico, mesoeconómico y microeconómico, en particular en el desarrollo de la economía de la innovación y el análisis endógeno del cambio técnico. Asimismo, dados los supuestos con que operan, de irreversibilidad temporal y de histérisis, mejoran la interpretación de los hechos económicos, mediante los denominados modelos dinámicos no lineales que intentan una mejor representación del mundo real.

3.2.1. Modelos de Desarrollo Exógeno

3.2.1.1. Kaleki

Marx tiene en cuenta los problemas de la demanda, pero no concreta un desarrollo pleno de la misma. Ésta es la contribución de Kaleki que en 1933 presentará su trabajo: *Ensayo sobre la teoría del ciclo económico*[37]. Allí se dan a conocer por primera vez, las bases del cuerpo teórico de la *demanda efectiva.* Dado que sólo se analizan en este capítulo los problemas de la demanda con relación al desarrollo, no se tratan los temas centrales de la teoría de la demanda efectiva. En consecuencia se centran las contribuciones de Kaleki en torno al crecimiento cíclico. Su enfoque sobre el desarrollo se encuentra en la parte 6: *El desarrollo económico en el largo plazo,* del libro antes citado.

Con relación al *crecimiento cíclico* Kaleki compatibiliza el comportamiento de la economía en el corto y largo plazo; fluctuaciones y desarrollo. Demuestra que las variables que componen los componentes *tendenciales,* dinámicos, del crecimiento: inversiones, progreso técnico, se influyen mutuamente con los parámetros de las variables relacionadas con el

[36] QUAH, Danny, *Galton fallacy and test of the convergence hypotesis*, en ANDERSON, Torben y MOENE, Karl O. (eds.), *Endogenous growth*, Blackwell Oxford UK & Cambridge, USA, 1993, 37-54.

[37] KALEKI, Michael, *Teoría de la dinámica económica*, Parte 5, *El ciclo económico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1985, 121-146.

ciclo. La tasa de crecimiento del producto es determinada por el efecto conjunto de los coeficientes del modelo de demanda efectiva y por los cambios tendenciales (económicos, sociales, institucionales y técnicos) que se acumulan a lo largo del tiempo. El cambio técnico se interrelaciona con la distribución de ingresos lo que permite determinar diversas variantes entre el cambio técnico y la tasa de salarios de los trabajadores. En efecto, Kaleki especifica la ecuación de la determinación de los precios sectoriales de la siguiente forma:

$$P_i = (1 + \theta_i)\, W_i / Y_i / L_i \qquad (1)$$

donde:

P_i = precios sectoriales;

i = sectores;

θ_i = porcentaje flexible de la masa de beneficios respecto de la masa salarial;

W_i = salarios nominales sectoriales;

Yi = producto sectorial;

Li = trabajadores en el sector i ocupados;

Yi/Li = productividad laboral sectorial.

Con θi constante, un incremento en la productividad laboral determina un incremento de los salarios reales Wi/Pi. En los modelos de Kaleki no se accede al pleno empleo. Ello obedece a que en un contexto donde predominan los *mercados imperfectos* y las situaciones *monopólicas* que los caracterizan, asociado a las fases recesivas del ciclo, el estancamiento en la creatividad y en los descubrimientos, impiden acceder al pleno empleo. Ello tampoco ocurriría, aún si fuera factible, debido a la estrategia política de los capitalistas que buscan el control de los espacios de poder y de los reclamos salariales.

3.2.1.2. Goodwin

Reseñamos en este trabajo las contribuciones de Goodwin en dos campos interconectados: el crecimiento cíclico y la dinámica no lineal, caótica.

Con relación al crecimiento cíclico Goodwin describe en un trabajo[38] las interrelaciones entre el ciclo y el crecimiento, basándose en Schumpeter. Éste sostenía que el movimiento *cíclico* es la forma en que manifiesta el *desarrollo* capitalista. Uno no existe sin el otro. La diferencia que establece Goodwin es la incorporación de la teoría de la demanda efectiva que fuera rechazada por Schumpeter. La demanda efectiva pone en evidencia el condicionamiento

[38] GOODWIN, Richard M., *A model of cyclical growth*, en GORDON, Robert and KLEIN, Lawrence, *Reading in business cycles*, Richard Irwin Inc., Illionois, 1965, 6-22.

mutuo entre las innovaciones y el ciclo de negocios. Se profundiza el análisis de ciclo lo que aporta un mejor ajuste a la realidad de los hechos económicos.

En términos de Goodwin no corresponde separar los ciclos estacionarios del desarrollo estable. La existencia de ambos es simultánea y se condicionan mutuamente. Señala que en la descomposición de una serie de tiempo en sus componentes: tendencia, ciclo y residuo, la remoción de la tendencia da una imagen incorrecta de la realidad. En efecto, el ciclo existe y es dominado por el crecimiento económico.

El modelo matemático es de tres ecuaciones.

$$\xi = vy - \beta(t) \qquad (1)$$

donde:

ξ = capital deseado;

v = coeficiente de aceleración;

y = producto;

β = parámetro asociado al cambio técnico;

t = tiempo.

$$g(\dot{k}) = \xi - k \qquad (2)$$

donde:

$\dot{k}$ = tasa de cambio del capital actual.

La expansión de $g(\dot{k})$ es proporcional a la diferencia entre ξ y k.

$$y = f(\dot{k} + \gamma(t)) \qquad (3)$$

Esta ecuación incorpora la generación del ingreso sobre la base de la teoría de la demanda efectiva. El ingreso se expresa en función de la tasa de cambio del capital ($\dot{k}$) y del gasto público, $\gamma(t)$.

La combinación de las tres ecuaciones permite expresar el stock de capital de la siguiente forma:

$$k = vf(\dot{k}) - g(\dot{k}) + \beta(t) \qquad (4)$$

$\beta(t)$ al representar la intensidad de las innovaciones, permite describir las variaciones que ocurren entre ciclo y ciclo en diversos países; la

innovación, al incorporarse al ciclo permite una mejor interpretación de los resultados económicos.

En otro trabajo[39] Goodwin parte de una idea de Marx para explicar la interacción dinámica entre los beneficios, salarios y desempleo en un contexto de crecimiento dinámico no lineal, impulsado por el cambio técnico que se especifica como variable exógena. El modelo describe las alzas y bajas que se suceden entre los salarios y los beneficios, siendo los primeros los que se benefician con el cambio técnico.

En su último libro[40], de inspiración schumpeteriana, Goodwin construye un modelo dinámico no lineal en el que describe las ondas irregulares que adopta el crecimiento impulsado por las innovaciones. Es una representación más en línea con la descripción y explicación de la moderna economía industrial y del mercado de capitales caracterizada por discontinuidades en los senderos de desarrollo. Estas discontinuidades obedecen, entre otras causas a la acción transformadora de los cambios estructurales. Este modelo vincula el ciclo y el crecimiento a través de relaciones referidas a la concepción de la innovación schumpeteriana. Demuestra cómo la tasa de crecimiento de la economía depende de la intensidad de las inversiones innovadoras.

La incorporación de un parámetro de control específico, relacionado con la política fiscal permite evaluar la acción compensadora que caracteriza a esta política, al reducir las fluctuaciones que se generan en las diferentes fases del ciclo económico.

Los errores de intervención en la economía derivan de la fragilidad de la información y de la falta de precisión legislativa y ejecutiva en la aplicación de las políticas fiscales. En consecuencia, la optimización de la información y el aprendizaje que implica el proceso de toma de decisiones, minimizan los errores citados.

3.2.2. Modelos de Desarrollo Endógeno

3.2.2.1. Marx

Marx en su modelo de *reproducción ampliada del capital*[41], enfatiza la determinación del producto a través de un mecanismo basado en la generación y expansión de la tasa de beneficio empresarial. A su vez, la proporción de bienes de capital y de consumo deben articularse de forma tal que concreten el proceso reproductivo material. Se explicita así la importancia del principio de complementariedad, esencial para la integración intra e inter sectorial, así como espacial del sistema productivo-social.

---

[39] GOODWIN, Richard M., *A growth cycle*, en FEINSTEIN, C.H., *Capitalism and economic growth*, Cambridge University Press, 1967, 54-58.

[40] GOODWIN, Richard M., *Chaotic economic dynmics*, Clarendon Press Oxford, 1992.

[41] MARX, Karl, *El capital: el proceso de circulación del capital*, Tomo II, Vol. 5, Libro Segundo, Siglo XXI, Ed. S.A., 1992.

Con relación al comportamiento de los mercados, éstos realizan el producto cuando los precios de producción son congruentes con los del mercado. Se alcanza entonces la condición de suficiencia para realizar los beneficios, que a su turno determinan las decisiones de inversión. En el caso de que no se realice el producto la economía estará en desequilibrio (su estado más probable).

El modelo de reproducción ampliada de Marx se basa en tres *índices*: la tasa de plusvalía, la composición orgánica del capital y la tasa de beneficios. Se trata de un modelo expresado en valor y precio, lo que ha dado lugar a un extenso debate que continúa. La *transformación* de valores en precios, ha alcanzado, sin embargo demostraciones, incluso cuantitativas que muestran un aceptable nivel de correspondencia entre los dos sistemas, el de valor y el de precios de producción. El rechazo de la dimensión valor por algunos economistas neoclásicos e incluso de aquellos denominados neomarxistas no alcanza a la teoría de la explotación.

La *tasa de plusvalía* surge de la crítica que Marx realiza hacia el interior del funcionamiento del sistema capitalista. En efecto, Marx reconoce las bondades aportadas por el capitalismo: los derechos de los ciudadanos y el ejercicio de la libertad de expresión y de contratación se hallan jurídicamente garantizados, en un mundo de elevada competitividad. Es por ello que no identifica la génesis de la explotación en los procesos de intercambio. El obrero contrata libremente su trabajo e ingresa a la fábrica. Acá sí rigen mecanismos de autoridad, control y jerarquía. Es en el interior de la fábrica donde tiene su génesis la plusvalía, o sea el excedente. Ello ocurre porque el obrero trabaja horas en *exceso* con relación a las horas *necesarias* para recuperar la fuerza de trabajo aplicada al proceso productivo, siendo las horas necesarias medidas en términos de necesidades básicas (alimentación, educación, salud, vivienda). Éstas varían acorde al estadio de desarrollo de la sociedad. La diferencia entre el trabajo excedente y el trabajo necesario se denomina plusvalía, que en el sistema de precios se corresponde aproximadamente con los beneficios. Con la plusvalía el sistema pasa de la reproducción simple (no se crece) a la reproducción ampliada (desarrollo). Es un proceso en el que la apropiación de los beneficios establece el control de los medios de producción por los capitalistas; es por ello que existen las clases sociales.

La *composición orgánica del capital*, expresada en valor, se corresponde aproximadamente con la razón capital/trabajo, grado de mecanización de la economía o intensidad del capital para el mundo neoclásico. Refleja la intensidad del cambio técnico, que es *endógeno* en la concepción de Marx, su incidencia en la productividad del sistema y su rol central en la evolución de la tasa de beneficios.

La *tasa de beneficios* relaciona la plusvalía con la composición orgánica del capital. Su tendencia declinante haría colapsar al capitalismo. Ello da lugar también a intensos debates. En la actualidad se considera que esta tasa evoluciona como tendencia con fases de declinación y recuperación bajo ciertas condiciones. El propio Marx anticipa su recuperación mediante el comercio internacional, la expansión del capital financiero, el desarrollo científico-tecnológico, las guerras, el incremento de la productividad social, etc.

El modelo original de reproducción ampliada se desagrega en dos departamentos: bienes de capital y bienes de consumo. Sin alterar su esencia

puede representarse como modelo multisectorial, en términos de *valor* (horas-hombre trabajadas), bajo la siguiente identidad contable:

$$\Lambda = C + V + S \qquad (1)$$

donde:

Λ = valor de la producción total;

C = valor del capital constante;

V = valor del capital variable;

S = valor del excedente, plusvalía.

El sistema de precios equipara el significado de las variables expresadas en valor, con el de las variables e indicadores convencionales vigentes en el sistema capitalista. En consecuencia, en términos de flujos:

Λ, producción bruta total;

C, depreciación más las materias primas;

V, sueldos y salarios;

S, utilidades netas, rentas e intereses.

En términos de la contabilidad nacional, se tiene:

Λ = Producción Bruta Total;

C + V = Producto Bruto Interno = Ingreso Bruto Interno.

El modelo de reproducción ampliada es considerado el primer modelo de crecimiento que exhibe una estructura matemática. Se inspira en su estructura formal en el *tableau economique* de Quesnay, siendo además el referente central que permitió a Leontiev construir la tabla y modelo de insumo-producto (sistema de relaciones interindustriales en la economía).

Un aspecto central en el modelo de reproducción ampliada del capital es que el estado temporario de equilibrio es para Marx la excepción. Se parte de la fijación de cantidades a producir, a fin de determinar el sendero de crecimiento. El sistema se aleja del equilibrio por efecto de las crisis de sobreproducción o subconsumo. En consecuencia, el sistema, en su desplazamiento temporal es desequilibrado.

Las diversas contribuciones marxistas han puntualizado la forma en que se manifiesta otro de los conceptos centrales de Marx, el de *crecimiento cíclico*. Las variables *ejército industrial de reserva* (desocupados), la *tasa de beneficios* y la *tasa de explotación* impiden llegar a un *estado estacionario* (caso extremo de estado estable con tasas de crecimiento iguales a cero). Se tiene así una evolución con crisis en el modelo dinámico de crecimiento cíclico:

El incremento de la tasa de beneficios (R) favorece la acumulación de capital (A). Ello demanda más empleo (L) que produce la disminución del ejército industrial de reserva (EIR). En consecuencia, sube el salario (w) y declina la tasa de explotación (e). Se inicia, entonces la caída de (R) que hace declinar la acumulación (A), vía reducción de las inversiones (I). Al declinar I se reduce el empleo (L) y aumenta (EIR). Esto trae aparejado la caída de (w) y la suba de (e) que empuja hacia arriba la tasa de beneficios (R). Se restablece entonces, el proceso de acumulación (A).

En términos de Marx, las crisis se aceleran por la disociación de la oferta y la demanda en la realización de los bienes. Son crisis de *desproporción* (se acumulan existencias) y de *subconsumo* (no se venden los bienes de consumo).

Con relación al cambio técnico endógeno éste se expresa a través de su interrelación con la distribución de ingresos y la acumulación del capital social.

3.2.2.2. Schumpeter

Schumpeter fue un economista identificado con la corriente neoclásica. Es influido en su país de origen, Austria, por los denominados economistas neo-austriacos, corriente neoclásica europea muy relevante hasta los primeros cuarenta años del siglo XX. Esta influencia europea cede frente a los desarrollos de la escuela anglosajona que sistematiza el pensamiento neoclásico. Ella exhibe importantes diferencias conceptuales, en el terreno económico, con la corriente europea. Sus diferencias ideológicas son, no obstante, menores. Schumpeter, desde su primer libro en 1912 se muestra en las antípodas de la corriente neoclásica. Allí realiza sustanciales aportes al desarrollo. No obstante se aferra al individualismo metodológico, método dominante en el mundo neoclásico. Otro rasgo relevante es su crítica al análisis de los agregados macroeconómicos, novedad aportada por la demanda efectiva. Ello limita su enfoque en el tratamiento de los problemas de corto plazo. Otra limitación que entorpeció la comprensión de sus trabajos fue su incapacidad para el abordaje de la modelización matemática.

Adelman[42] resume el proceso productivo schumpeteriano en términos de la siguiente relación:

$$X = f(K, L, N, S, U) \qquad (1)$$

donde:

X = producto bruto interno;

K = bienes materiales;

L = trabajadores ocupados;

[42] ADELMAN, Irma, *Theories of economic growth and development*, Stanford University Press, Stanford, California, 1961, 94-108.

N = tierra;

S = índice tecnológico;

U = ambiente socio-cultural.

Las variables K (son bienes materiales heterogéneos; se aparta del significado que los neoclásicos dan a dicha variable), L y N determinan el *crecimiento* como movimiento infinitesimal, representado por un flujo circular en el que el valor de la producción se iguala al valor de los medios de producción. El movimiento circular de la vida económica se repite. Se requiere del cambio estructural para generar el *desarrollo.* En este caso la economía exhibe saltos, discontinuidades, cambios que desplazan el equilibrio estable del sistema (al que no se vuelve con cambios infinitesimales) a un equilibrio transitorio. Se trata de un proceso de destrucción creativa. Las variables S y U (adhiere a la interpretación materialista de la historia de Marx) determinan el desarrollo. La variable S, endógena, representa la historia del cambio técnico que cambia a lo largo del tiempo.

Las contribuciones más relevantes de Schumpeter, además de la incorporación de los conceptos de desarrollo e innovación, son:

- Los *beneficios* como resultado de la innovación. Los beneficios más el crédito bancario conforman los recursos financieros que determinan el capital.
- El *capital* no es un activo real. En consecuencia no es un factor productivo dado que no implica trabajo.
- El *empresario innovador*, actor clave en el sistema capitalista, está dotado de conocimientos tecnológicos y de medios de producción necesarios para innovar.
- La institucionalización de la innovación en grandes organizaciones conspiraría contra el desarrollo capitalista. También la concepción utilitarista conduciría al ocaso del capitalismo. En este caso sus predicciones no se han cumplido.
- El *crecimiento cíclico,* forma en que el capitalismo evoluciona. En este caso el ciclo es dominado por el proceso de innovación.
- El mundo *subdesarrollado* queda encerrado en un ciclo vicioso. El cambio estructural depende de la tasa de innovación social, que es crónicamente baja. En este contexto los valores tradicionales combaten y relegan el concepto de innovación que es la causa básica del desarrollo.
- Los *modelos evolucionistas* se inspiran en su concepción sobre el desarrollo y el cambio técnico.

3.2.2.3. Myrdal

La desigualdad del ingreso por persona entre los países ricos y pobres fue el punto de partida que tomó Myrdal[43] para desarrollar su teoría.

Toma el sistema social como la unidad de análisis; la distinción entre factores económicos y no económicos (políticos, sociales, institucionales, etc.) tiene relevancia analítica pero no agota la explicación del sistema social.

En términos económicos describe la influencia de las fuerzas del mercado en la generación de un proceso desequilibrante que impulsa sus diferencias regionales.

A partir de ventajas relativas de localización se desarrollan áreas de crecimiento. Esto pone en marcha ciertas economías de aglomeración que inducen al trabajo y al capital a concentrarse en dichas áreas más allá de los niveles de productividad marginal de los factores. A su turno el proceso de concentración genera efectos de difusión (spread) que beneficia a las regiones atrasadas (mayor demanda de productos primarios y/o impacto gradual de las innovaciones en el aparato productivo). Como contrapartida y con mayor intensidad surgen efectos de polarización (backwash) que deterioran aún más la situación económica de las áreas deprimidas (el trabajo, el capital, y los servicios se desplazan a los nuevos complejos que impulsan las regiones adelantadas). Con este trabajo toma forma la modelización de los procesos de Causación Circular y Acumulativa del Capital

3.2.2.4. Presbich

La relación Centro-Periferia[44] se enmarca entre las contribuciones clásicas de los economistas pioneros del desarrollo[45]. Ellos jerarquizan los conceptos de eslabonamientos, industrialización, crecimiento desequilibrado, cooperación, deterioro de los términos del intercambio, y la relación centro-periferia. De estos dos últimos, el primero fue desarrollado por Prebisch y Singer y el último por Prebisch. En este caso se identifica al centro como una región compuesta por un pequeño número de grandes ciudades y sus áreas de influencia que constituyen el motor de un intenso desarrollo económico y social. Tal desarrollo se sostiene sobre la base de un crecimiento acumulativo donde los procesos de innovación y cambio realimentan y ensanchan las diferencias con las regiones periféricas. Asimismo variados y sofisticados ejes de comunicación concretan la formación de ejes de desarrollo regional. La periferia, por el contrario, es una región poseedora de recursos naturales explotables y caracterizada por la presencia de zonas rurales atrasadas y estructuras industriales declinantes. Ello determina un estado de estancamiento o de escaso crecimiento. La periferia al subordinarse al centro recibe pasivamente las innovaciones provenientes del mismo, al tiempo que renuncia a procesos endógenos de desarrollo. Además la periferia

[43] MYRDAL, Gunnar, *Economic theory and underdeveloped regions*, Harper Torch Books, London, 1971.

[44] CEPAL, *Estudio económico de América Latina*, Naciones Unidas, Nueva York, 1949, 16-47.

[45] MEIER, G. M. and SEERS, D. (editores), *Pioneros del desarrollo*, Vol. 1, Banco Mundial, Ed. Tecnos S.A., Madrid, 1986.

predominantemente productora de materias primas y demandante de bienes manufactureros producidos en el centro soporta un crónico deterioro de los términos del intercambio (la elasticidad ingreso de los productos exportados es inferior respecto de la elasticidad ingreso de los bienes manufacturados importados).

Si se parte del multiplicador dinámico de comercio exterior de Harrod:

$$g = x/\pi \qquad (1)$$

donde:

g = tasa de crecimiento de la economía;

x = tasa de crecimiento de las exportaciones;

π = elasticidad ingreso de importaciones del país al que se le compran bienes.

se arriba a la comparación de los coeficientes de elasticidad entre países desarrollados y subdesarrollados[46]:

$$g_s / g_d = \varepsilon/\pi \qquad (2)$$

donde:

g_s = tasa de crecimiento de país subdesarrollado;

g_d = tasa de crecimiento de país desarrollado;

ε = elasticidad ingreso de la demanda de exportaciones del país desarrollado. Bajo para el país subdesarrollado;

π = elasticidad ingreso de la demanda de importaciones del país subdesarrollado. Elevado para el país desarrollado.

En el país subdesarrollado, la elasticidad-ingreso de las importaciones de bienes de otras regiones es más elevada que la elasticidad-ingreso de sus exportaciones. Se trata, en otros términos, del desequilibrio resultante de la importación de bienes manufacturados respecto de la exportación de bienes primarios que lleva a cabo un país o región subdesarrollada. El deterioro de los términos del intercambio aumenta la brecha del desarrollo entre los países desarrollados y los países subdesarrollados. En consecuencia la exportación de productos primarios y la escasa relevancia del proceso de industrialización, reducen la dinámica del crecimiento.

El centro y la periferia establecen, entonces, una relación de dominación-dependencia determinada por la asimetría de su relación. El dominio se perfecciona a través del crecimiento autosostenido del centro y se traduce en efectos económicos, sociales, psicológicos, de información, etc.,

[46] THIRLWALL, A. P., *Foreign trade elasticities in centre-periphery models of growth and development*, Banca Nazionale del Lavoro, Quarterly Review, September, 1983.

sobre la periferia. En ésta la dependencia lleva el sello de la imitación y de un estilo de desarrollo que se subordina a las estrategias de la región central. A través de estas relaciones se instala el conflicto.

Son relevantes en este contexto las contribuciones del economista chileno Osvaldo Sunkel[47] y del economista brasileño Celso Furtado[48].

3.2.2.5. Verdoorn

Verdoorn[49], al partir de un modelo neoclásico elabora una relación dinámica, no lineal que se aleja de la citada corriente. En efecto, relaciona, para el sector industrial, la tasa de crecimiento de la productividad física laboral (Y/L) con la tasa de crecimiento del producto (Y) a través de una ecuación exponencial:

$$\left(\dot{Y}/L\right) = f\left(\dot{Y}^{\beta}\right) \qquad (1)$$

donde:

β = coeficiente que refleja el crecimiento exponencial del producto bruto interno industrial ($0 < \beta < 1$).

Los valores de β son robustos entre 0,30 y 0,70; indican la presencia de rendimientos crecientes en sentido amplio[50]. Se combinan los rendimientos crecientes estáticos (a nivel de planta) y dinámicos (aprendizaje, investigación y desarrollo, capital humano). Esta ecuación modeliza el progreso técnico en forma endógena y representa la forma reducida de un modelo estructural tal como lo planteara el propio Verdoorn, que la deriva en el trabajo citado y en otro posterior[51] de un modelo estructural neoclásico de cuyos supuestos se aparta para alcanzar esta representación no lineal. Se trata de una *forma condensada* de representación de la estructura económica, en la que las perturbaciones estructurales producen cambios sensibles en el valor del parámetro β. De allí la inestabilidad estructural de dicho parámetro, cuyo análisis econométrico se ha concentrado en el sector industrial por sus resultados estadísticos significativos. Ello no ocurre con la agricultura, la minería y los servicios.

---

[47] SUNKEL, Osvaldo, *The pattern of Latin American dependence*, en URQUIDI, Victor and THORP, Rosemary (eds.), *Latin America in the international economy*, John Wiley and Sons, New York-Toronto, 1973, 3-34.

[48] FURTADO, Celso, *Economic development of Latin America*, Cambridge University Press, 1970.

[49] VERDOORN, J.P., *Fattori che regolano lo sviluppo delle productivitá del laboro*, L'Industria, N°1, 1949.

[50] YOUNG, Allyn A., *Increasing returns and economic progress*, The Economic Journal, 38, 1928, 527-592.

[51] VERDOORN, J.P., *Complementary and long-run projections*, Econometrica, Vol. 24, 1956, 429-450.

3.2.2.6. Kaldor

Kaldor, igual que Presbich, se inicia como economista neoclásico. Años más tarde cambia de posición y realiza aportes sustanciales al pensamiento teórico de la demanda efectiva. En este trabajo sólo nos referiremos a sus aportes en el campo del desarrollo endógeno, del que ha sido pionero junto a Myrdal y Verdoorn.

Kaldor formula tres leyes:

- El crecimiento industrial es el factor determinante del crecimiento global del producto. La industria es el motor del desarrollo.
- El crecimiento de la productividad laboral está en función del crecimiento de la demanda. Ley de Verdoorn.
- Las causas del crecimiento diferencial de las economías se deriva de los factores de oferta y de la demanda, en particular las exportaciones.

Señala que el intrincado proceso de desarrollo con múltiples influencias causales no agota su representación a través de un modelo formal. En los estudios que realiza[52] detecta los mecanismos que son centrales en los Modelos de Causación Circular y Acumulativa del Capital.

Kaldor distingue los factores endógenos de los exógenos (recursos naturales). Entiende que la explicación unilateral del desarrollo económico basado en los recursos naturales es insuficiente. En efecto los recursos naturales inducen en principio la localización de las actividades económicas pero no siempre motorizan el desarrollo. Es bien conocido el caso de países con una carencia notoria de recursos naturales, con una fuerte producción industrial basada en dichos recursos. También se da el caso de actividades de enclave que implican la transformación manufacturera de abundantes recursos naturales que se destinan al mercado externo. En consecuencia no contribuyen a la integración del proceso productivo interno regional, y por ende desaprovechan las ventajas que aportan las economías de aglomeración y el principio de complementariedad. Asimismo distorsionan el funcionamiento de los mercados locales. Se requiere entonces una explicación más profunda del desarrollo regional.

Kaldor[53] incorpora al análisis del proceso de acumulación del capital la ley de Verdoorn, que es similar a la ecuación de progreso técnico endógeno explicitada en su modelo de crecimiento económico del año 1957[54]. En efecto[55]:

$$r = d + \pi\,(m) \qquad (1)$$

[52] KALDOR, Nicholas, *The cases for regional policies*, Scottish Journal of Political Economy, Vol. 17, November 1970, 337-348.

[53] KALDOR, Nicholas, *Causes of the slow rate of economic growth in the U.K.*, Cambridge University Press, 1966.

[54] KALDOR, Nicholas, *A model of economic growth*, Economic Journal, LXVII, E68, December, 1957, 591-624.

[55] DIXON, R. y THIRLWALL, A. P., *A model of regional growth-rate differences on kaldorian lines*, Oxford Economic Papers, (27), 2, July, 1975, 201-214.

donde:

r = tasa de crecimiento de la productividad laboral;

d = tasa de crecimiento del progreso técnico no incorporado al capital;

π = coeficiente de progreso técnico incorporado a la acumulación del capital;

m = tasa de crecimiento de la mecanización del capital (capital/trabajo).

Al especificar las variables d y m como funciones de la tasa de crecimiento del producto, g, se arriba a la ecuación de Verdoorn:

$$r = r(a) + \lambda g \qquad (2)$$

r (a) = tasa autónoma de crecimiento de la productividad laboral r;

λ = coeficiente de progreso técnico endógeno.

Los *rendimientos crecientes* en sentido amplio, concepto esencial en el trabajo de Young[56], es un supuesto rechazado por los economistas ortodoxos, dado que derrumbaría parte del edificio neoclásico. Los rendimientos crecientes se asocian a la profundización de la división del trabajo, lo que impulsa el incremento de la productividad y la especialización de las actividades. Esto favorece la diferenciación de procesos y la expansión de los mercados. A su turno se realimenta la especialización y la separación de procesos. Se originan nuevas industrias, las que demandan la expansión de los mercados para realizar sus productos. De esta forma se abren paso nuevos centros urbano-industriales.

Este enfoque enfatiza la existencia de rendimientos crecientes en un sentido amplio: se registran tales economías sin que necesariamente existan economías de escala derivadas del tamaño de la planta. Sólo se requiere de la expansión de actividades que endogeinizan el cambio técnico. Ellas facilitan el desarrollo de las economías de aglomeración y acrecientan la importancia del principio de complementariedad.

La relación entre la demanda final, en particular las exportaciones, y el desarrollo técnico endógeno, asigna un rol central a la demanda y a la distribución de ingresos. Con relación al último tema, Kaldor destaca en diversos trabajos las alternativas que la distribución de ingresos juega en el desarrollo:

- En el mundo de la economía clásica, los trabajadores reciben un salario de subsistencia; en consecuencia los incrementos de productividad se desplazan totalmente a los capitales. Ello favorece el proceso de

[56] YOUNG, Allyn, *Increasing returns and economic progress*, Economic Journal, Vol. XXX, March 1928.

acumulación de capital, pero el menor poder de compra de los asalariados, condiciona negativamente la realización del producto en los diferentes mercados.

- El desplazamiento anterior dificulta la realización del producto. Kaldor[57] sostiene que la participación de los beneficios debe mantener una relación constante con la tasa natural de crecimiento del producto de Harrod (máxima tasa potencial a la que puede crecer el producto en función de la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo y de la productividad laboral). En el contexto de un modelo cerrado sostiene el proceso de acumulación del capital. La apertura del sistema plantea alternativas diversas en la medida que el producto pueda realizarse mediante las exportaciones. Acá es factible un nivel de participación salarial en relación con los aumentos en el producto.
- La hipótesis de condicionar la distribución de los ingresos a un conjunto de factores económicos, políticos, institucionales afecta el costo laboral unitario. De nuevo los salarios declinantes aceleran la acumulación y el comportamiento endógeno del sistema. En resumen el nivel del producto está condicionado por la demanda final y la distribución de ingresos.

Kaldor, atento a los cambios en las disciplinas científicas inducidas por la actual revolución científico-tecnológica, señala en su último trabajo[58] que es necesario superar la crisis teórica que se registra en la teoría económica. La evolución no lineal del sistema económico y la irreversibilidad temporal de los procesos, demandan la construcción de modelos teóricos que incorporen una noción del tiempo como proceso continuo e irreversible. Todas las cosas están en cambio continuo y las fuerzas que empujan tales cambios son endógenas al sistema.

Con relación al ciclo económico, Kaldor elabora un trabajo[59] que describe el comportamiento de corto plazo, a través de un modelo no lineal, que es pionero en este campo. Años más tarde, destaca la importancia del *crecimiento cíclico*. En un trabajo presentado en el año 1954[60] señala que el modelo *estático* de fluctuaciones (se repiten con la misma duración los movimientos del sistema), no representa adecuadamente el funcionamiento del sistema real. La incorporación de la dinámica económica (el cambio estructural) aún bajo la simple representación de una ecuación sobre la tendencia del crecimiento, al asociar el ciclo con el crecimiento, capta más ajustadamente los fenómenos económicos-sociales del sistema real.

3.2.2.7. Dixon- Thirlwall

El marco teórico contiene dos núcleos básicos. Uno, las exportaciones basadas en el modelo del multiplicador dinámico de Harrod, similar al del

[57] PASINETTI, Luigi L., *Growth and income distribution. Essays in economic*, Theory Cambridge, University Press, 1974.

[58] KALDOR, Nicholas, *Economic without equilibrium*, M.E. Sharpe, Armonk, New York, 1985.

[59] KALDOR, Nicholas, *A model of the trade cycle*, The Economic Journal, 50, 1940.

[60] KALDOR, Nicholas, *Economic growth and cyclical fluctuations*, The Economic Journal, March, 1954.

supermultiplicador de Hicks. La especificación coincide con la de los modelos regionales *de base exportadora*. El otro núcleo se basa en *los rendimientos crecientes en sentido amplio*, idea reformulada por Myrdal, Verdoorn y Kaldor en los denominados modelos de Causación Circular y Acumulativa del Capital.

La *ecuación condensada* de Verdoorn, que relaciona la tasa de crecimiento de la productividad laboral del sector industrial con la tasa de crecimiento de la demanda (producto) de dicho sector, establece la presencia o ausencia del progreso técnico como factor endógeno en el crecimiento económico de una región.

En 1975 Dixon y Thirlwall[61] exponen formalmente un modelo de cuatro ecuaciones que contiene los dos núcleos básicos citados. Las ecuaciones centrales son:

- *Ecuación de exportaciones:*

$$g_t = \gamma\ (x_t) \qquad (1)$$

donde:

g_t = tasa de crecimiento del producto en el tiempo t;

γ = elasticidad constante de la tasa de crecimiento del producto con respecto a la tasa de crecimiento de las exportaciones (=1 si las exportaciones son una proporción constante del producto).

- *Ecuación de Verdoorn:*

$$r_t = r_a + \lambda\ (g_t) \qquad (2)$$

donde:

r_t = tasa de crecimiento de la productividad laboral en el tiempo t;

r_a = tasa autónoma de crecimiento de la productividad laboral;

λ = coeficiente de Verdoorn ($0 < \lambda < 1$).

La ecuación (1), expresa la relevancia que se asigna en el supermultiplicador de Hicks a la demanda de exportaciones. En particular en el contexto regional, es la variable más significativa para inducir el crecimiento del producto. Impulsa los procesos de especialización, de división del trabajo, de expansión industrial, generación de recursos genuinos para importar

[61] DIXON, R. y THIRLWALL, A. P., *A model of regional growth - rate differences on Kaldorian lines*, Oxford Economic Papers, July 1975.

bienes, tecnología, bajo el supuesto de que todas las inversiones son inducidas.

La ecuación (2) es la denominada ley de Verdoorn que endogeiniza el progreso técnico, vía rendimientos crecientes estáticos (economías internas de escala) y rendimientos crecientes dinámicos (aprendizaje, capacitación de recursos humanos, investigación y desarrollo). La vigencia de la ley de Verdoorn genera un círculo virtuoso de causación circular y acumulativa del capital e impulsa la capacidad competitiva de la base económica regional. Sin ella ninguna política de promoción de exportaciones se sostiene.

En este modelo, si las exportaciones crecen sobre la base de la ley citada, aumenta la productividad física laboral. Ello induce a la baja de los precios internos que facilita la colocación de los volúmenes exportables. Así, el incremento de las exportaciones acentúa el crecimiento del producto bruto interno. Si la ecuación (2), denominada también ley de crecimiento de Kaldor, no es empíricamente significativa, la economía de la región será dominada por las relaciones de centro-periferia, tal como lo planteara Prebisch. La región más pobre es sometida al dominio de la región central. Ello no ocurre si la tasa de crecimiento del producto se expande con mayor rapidez, conforme a la disponibilidad de recursos y a la presencia dinámica de la relación de Verdoorn que refleja la existencia de un sistema productivo regional de elevada productividad e integrado. Esta suma de factores es la que impulsa la competitividad.

a. Setterfield

El modelo de Dixon-Thirlwall es ampliado al campo institucional por Setterfield[62]. Aplica al análisis dinámico el concepto de sendero dependencia (la historia importa). En la relación del corto con el largo plazo ocupan un lugar importante los fenómenos que desatan los procesos de *histérisis positiva.* Así, por ejemplo, las políticas fiscales que se proponen reducir la brecha tecnológica, favorecen la investigación y desarrollo, el aprendizaje, la formación de recursos humanos, de capacidades tecnológicas, organizacionales, etc. Alcanzado un ritmo firme de desarrollo, se levantan las medidas, y el crecimiento de la economía se mantiene. Los *efectos transitorios positivos* devienen permanentes para el sistema económico. Ocurre el caso contrario, *histérisis negativa,* cuando un ajuste fiscal transitorio frena el crecimiento, produciendo afectos negativos que devienen permanentes. Se tiene así un proceso de des-acumulación, que encierra a la economía y a la sociedad en un círculo vicioso. Éste se vuelve crónico, en la medida que no se activan políticas basadas en el desarrollo.

Setterfield asocia a la noción de sendero dependencia e histérisis otros dos conceptos relevantes, el de *encerramientos tecnológicos*[63] (look-in) y de *rigideces interindustriales*[64] (interrelatedness) en el que los costos del cambio

---

[62] SETTERFIELD, Mark, *Rapid growth and relative decline*, MacMillan Press Ltd, Great Britain, 1997.

[63] ARTHUR, Brian, *Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events*, The Economic Journal, Vol. 99, Nº394, 1989, 116-131.

[64] FRANKEL, Marvin, *Obsolescence and technological change in a maturing economy*, American Economic Review, 45, 1955, 296-319.

técnico son elevados. El desarrollo tecnológico queda bloqueado, y la incorporación de nuevas actividades es frenada por las actividades preexistentes en el sistema económico. Se acentúa la incompetencia tecnológica del sistema económico, que contribuye a formar un círculo vicioso de acumulación negativa. Ello le permite indagar históricamente sobre las causas de la decadencia del Reino Unido en los últimos 100 años.

3.2.2.8. Escuela de la Regulación

Esta escuela se centra en el análisis histórico-estructural e institucional del modo de producción capitalista[65]. Boyer, uno de sus economistas más relevantes, que participa del desarrollo inicial de esta corriente, señala como punto de partida un trabajo de Aglietta[66] del año 1976. Esta escuela desarrolla una crítica profunda al programa de investigación neoclásico. Su enfoque multidisciplinario y el análisis de las crisis se encuadran en el pensamiento clásico. También recupera el análisis espacial y destaca las interrelaciones con la corriente institucionalista-evolucionista. En América Latina resalta la importancia de las contribuciones de CEPAL en tiempos de Presbich.

Boyer señala uno de los aspectos centrales de la escuela: el análisis crítico de las condiciones de transformación y de los modos de producción del sistema, que permiten identificar los mecanismos que determinan las crisis estructurales. La crisis desatada a mediados de los 70 en el sistema capitalista desarrollado, es objeto de profundos y variados estudios. Se caracteriza al régimen de acumulación vigente hacia 1970, con la denominación de *modelo fordista.* En éste las normas de producción masiva se corresponden con las normas del consumo masivo, a través de un mecanismo eficaz de distribución de ingresos. Entre los ingredientes centrales de la crisis identifica los impactos que desata sobre la producción y el mercado laboral, la actual revolución científico-tecnológica. Esta revolución genera profundas mutaciones en la organización económica-social (flexibilización de la producción para responder a una demanda personalizada y diferenciada; cambios en la composición de la fuerza laboral, mayor gravitación del trabajo intelectual, nuevas estrategias de aprendizaje, etc.). Se identifican y conceptualizan con precisión nociones como las de *régimen de acumulación de capital* (regularidades que surgen de la interacción de la organización de la producción, del mercado laboral, de la distribución de ingresos y de los comportamientos de la demanda), de *relación salarial* (condiciones de uso y reproducción de la fuerza de trabajo, capacitación, movilidad y distribución de ingresos), de *mesoeconomía* (análisis dinámico intermedio como subsistema que facilita la descripción de los cambios estructurales y relaciones de poder en el funcionamiento del sistema) y las filières (líneas de producción integradas). Resalta el rol de la *innovación* en el sistema económico. Se sintetizan a continuación dos de los trabajos relacionados con el desarrollo.

---

[65] BOYER, Robert, *Los orígenes de la teoría de la regulación*, en BOYER, Robert y SAILLARD, Yves (editores), *Teoría de la regulación: estado de los conocimientos*, Vol. II, Asociación Trabajo y Sociedad, Universidad de Buenos Aires, Diciembre de 1996, 17-26.

[66] AGLIETTA, Michel, *Regulación y crisis del capitalismo*, Siglo XXI editores, Madrid, 1986.

a. Boyer-Petit

Elaboran un modelo estructural de inspiración kaldoriana[67]. Las relaciones de Kaldor-Verdoorn constituyen una *ecuación reducida* de un modelo estructural que contiene las variables y relaciones referidas al empleo, la formación de capital, el crecimiento, la productividad y las exportaciones. Se destaca la importancia de la ley de Kaldor-Verdoorn como una forma de progreso técnico endógeno, al tiempo que indagan sobre un problema teórico: los determinantes subyacentes a las relaciones productividad-crecimiento para lo que describen diferentes alternativas de causalidad en sus modelos. Se establece así la necesidad de pasar de una ecuación reducida a un sistema interdependiente.

El modelo teórico basado en Kaldor-Verdoorn se aplica a seis países industriales europeos para diferente períodos de tiempo. Las ecuaciones del modelo son:

$$\overset{\circ}{E} = f\left(-I/Q, \overset{\circ}{Q}, RAT, -\overset{\approx}{ORINNO} \right) \tag{1}$$

$$I/Q = f\left(\overset{\circ}{Q}, \overset{\approx}{INNO}, BELG, -R.U. \right) \tag{2}$$

$$\overset{\circ}{Q} = f\left(\overset{\circ}{EX}, \overset{\circ}{D} \right) \tag{3}$$

$$\overset{\circ}{EX} = f\left(\overset{\circ}{PR}, -\overset{\circ}{CHANGE}, \overset{\approx}{ORINNO} \right) \tag{4}$$

$$\overset{\circ}{PR} = f\left(100 \times \left[-1 + \left(100 \times \overset{\circ}{Q} \right) \Big/ \left(100 + \overset{\circ}{E} \right) \right] \right) \cong \overset{\circ}{Q} - \overset{\circ}{E} \tag{5}$$

donde:

- *Variables endógenas:*

$\overset{\circ}{E}$ = tasa de variación del Empleo Industrial;

I/Q = relación Inversión/Producto Bruto Interno;

$\overset{\circ}{Q}$ = tasa de variación del Producto Bruto Interno Industrial;

[67] BOYER, Robert y PETIT, Pascal, *Progrès technique, croissance et emploi. Un modèle d'inspiration kaldorienne pour six industries européennes*, Nº93, CEPREMAP, Paris, 1981.

$\overset{\circ}{EX}$ = tasa de variación de las Exportaciones Industriales;

$\overset{\circ}{D}$ = tasa de variación de la Demanda de Bienes Industriales;

$\overset{\circ}{PR}$ = tasa de variación de la productividad laboral industrial.

- *Variables exógenas:*

RAT = razón: inversión en equipos/inversión total, racionalización;

$\overset{\approx}{ORINNO}$ = razón: innovación de procesos/innovación total;

$\overset{\approx}{INNO}$ = razón: inversión en investigación y desarrollo/producto Bruto Industrial, intensidad tecnológica.

$\overset{\circ}{CHANGE}$ = tasa de variación de la tasa de cambio entre monedas.

Los resultados econométricos resultan aceptables. Ello confirma la importancia de la Ley Kaldor-Verdoorn e impulsa a la realización de nuevas investigaciones en este terreno.

b. Lordon

Se trata de un modelo[68] que en el contexto del *crecimiento cíclico* asocia las contribuciones de Goodwin y Kaldor. Se endogeiniza el progreso técnico que es exógeno en el modelo de Goodwin de 1967. Asimismo se utilizan las herramientas matemáticas y conceptuales de los denominados modelos no lineales, que facilitan el tratamiento de las irregularidades dinámicas que surgen en el modelo endógeno de crecimiento cíclico. Las fluctuaciones se derivan de las irregularidades intrínsecas al modelo que desatan desbalances en el funcionamiento de la economía. Se trata, entonces de capturar tales irregularidades como un fenómeno endógeno.

Desde el punto de vista formal, el autor supera la especificación sobre la base de la curva logística, que restringe el análisis a una dimensión. Utiliza una forma más general basada en la denominada *ruta hacia el caos* de Newhouse-Ruelle-Takens[69] que permite un tratamiento más amplio de problemas que se observan en el sendero de crecimiento.

[68] LORDON, Fréderic, *Periodic and aperiodic fluctuations in a goodwinian-kaldorian model of endogenous growth*, CEPREMAP, Nº9514, Paris, May, 1995.

[69] NEWHOUSE, S.; RUELL, D. y TAKENS, F.; *Ocurrence of strange axiom. Attractors near quasi-periodic flows on* $T^m m > 3$, Communications in Mathematical Physics, 64, 1978.

Varias modificaciones se incorporan al modelo de Goodwin de 1967, entre ellas, la *endogeneización* del progreso técnico sobre la base de la ley Kaldor-Verdoorn que incorpora el tratamiento de los rendimientos crecientes. Además, modifica la versión original de tipo kalekiano de la *inversión* (los obreros consumen todo, los beneficios se invierten) y se incorpora una *ecuación no lineal* a la curva de Phillips. El modelo como sistema dinámico representa la tasa de empleo y la distribución salarial de la siguiente forma:

$$\dot{v}/v = g(u) - \Phi(u) \qquad (1)$$

$$\dot{u}/u = \lambda(v) + \delta(u) - \Phi(u) \qquad (2)$$

donde:

$\dot{v}/v$ = tasa de crecimiento de la tasa de empleo;

v = tasa de empleo;

u = participación salarial en el ingreso nacional;

$\dot{u}/u$ = tasa de crecimiento de la participación salarial;

Φ = parámetro de u.

El modelo profundiza el análisis de situaciones complejas en el mundo de las fluctuaciones interrelacionadas con el crecimiento endógeno. Se alcanza mayor robustez en el tratamiento teórico de los modelos de crecimiento cíclico.

3.2.2.9. Corriente Institucionalista/Evolucionista

Las *instituciones* en un sentido amplio abarcan las dimensiones *organizacional* (complejos, polos, corporaciones, parques, organismos del estado, mercados, hábitos, rutinas, costumbres, etc.), y *legal* (leyes, contratos, normas, reglas, etc.). En ellas son relevantes los conceptos de: poder, dominio, relaciones.

En este enfoque amplio del proceso social, los institucionalistas parten del análisis del *poder* (establece las relaciones de *dominación*) que está en la base de la descripción y explicación de los fenómenos sociales. En consecuencia se determinan *relaciones sociales* que operan en un estado de conflicto y de cooperación. El poder a su vez, si no cambia o se adapta a las nuevas situaciones, obstaculiza el desarrollo social. La acción colectiva, el cambio social, el control social, los derechos y las tecnologías son conceptos sólo incorporados parcialmente al análisis por los programas de investigación más relevantes (clásico, neoclásico, demanda efectiva). La denominada corriente institucionalista (Veblen, Commons, Ayres, Myrdal), con fuertes ligazones con el enfoque evolucionista, que en el origen impulsara Schumpeter, propone el tratamiento de los citados conceptos y de otros

relacionados, en el contexto de una visión histórica, holista, evolucionista, en la que lo económico, social y cultural no se escinden; por el contrario se interpenetran. La visión de la corriente neoclásica del equilibrio, ahistórica, estática, es rechazada en las investigaciones institucionales.

En la actualidad todas las corrientes incorporan enfoques institucionalistas (neoclásicos heterodoxos) o desarrollan investigaciones convergentes (clásicos, demanda efectiva)[70].

En el enfoque institucionalista/evolucionista, el rol que juega la *tecnología* (la forma en que las cosas se hacen) es el más relevante para explicar el *cambio social.* Es la fuerza con mayor capacidad de transformación del sistema económico. Las innovaciones tecnológicas estimulan al desarrollo productivo, contribuyen a eliminar las restricciones preexistentes, fortalecen las ligaduras intersectoriales, y los mercados resultan beneficiados con bienes que se intercambian con una elevada elasticidad precio. Las innovaciones son fenómenos no lineales que se ajustan a procesos de realimentación positiva (rendimientos crecientes, externalidades) con altos rendimientos sociales. El proceso de búsqueda para mejorar y diversificar la tecnología es por ende, complejo. Las empresas no disponen de información completa para tomar decisiones. De allí la importancia de los mecanismos de vinculación que surgen del sistema nacional de innovación, los cuales permiten disponer de información y establecer adecuados canales de comunicación entre los centros de investigación y las empresas. El crecimiento *acumulativo* de la tecnología invade todas las ramas de la economía. Sin embargo el cambio, que produce múltiples alteraciones entre todos los factores, no obedece al impulso tecnológico en sí mismo. Operan en forma decisiva las *ideas* (el pensamiento sobre lo que hacemos) que a su vez desatan los desarrollos técnicos. Todo ello somete a crítica y a cambios los *derechos* de la sociedad, lo que a su vez motoriza la actividad del *Estado* a través de la acción política y social. El Estado como institución influye en forma multifacética en las restantes organizaciones, entre ellas los mercados (las formas en que éstos se organizan).

a. Nelson - Winter

Nelson y Winter[71] critican a la corriente neoclásica, tal como lo hacen años más tarde los teóricos neoclásicos heterodoxos. Señalan que la falta de convergencia entre los países ricos y pobres obedece al crecimiento divergente de sus productividades. La variable innovación es sólo causa inmediata del crecimiento. Cuestionan la conducta optimizadora de los agentes económicos y la ausencia de tratamiento teórico hacia el interior de la empresa.

Los aportes sobre evolución, racionalidad limitada, irreversibilidad, complementariedad, endogeneización de la tecnología, rendimientos crecientes, histérisis, sendero dependencia, se desarrollan en el contexto de las teorías apreciativas que amplían el campo de estudio de los procesos de

[70] SAMUELS, WARREN J., *The present state of institutional economics,* Cambridge Journal of Economics, 19, 1995.

[71] NELSON, Richard y WINTER, Sydney, *An evolucionary theory of economic change*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982.

innovación. En este sentido la dualidad metodológica de los autores, con relación a la teoría apreciativa se halla más cerca del realismo crítico, en tanto que la teoría formal tal como la expresan no supera los límites de los modelos formales neoclásicos. Acá los autores sólo cuestionan el enfoque gnoseológico y metodológico del programa de investigación neoclásico, al que identifican con los límites de los modelos formales. No cuestionan las insuficiencias del marco teórico. Si bien es cierto que los modelos formales exhiben límites, en particular si dejan de lado variables cualitativas, la eficacia de tales modelos depende básicamente del marco teórico que domina su construcción.

La concepción evolucionista de Nelson y Winter se aleja del evolucionismo biológico en la medida que los individuos que componen una sociedad llevan a cabo aprendizajes activos que implican procesos de selección humanos y no biológicos. En la sociedad las *rutinas* que son operadas por agentes con racionalidad limitada direccionan el mecanismo de mutación-selección, esencial en los cambios estructurales. Se trata, entonces de un agente económico que no es pasivo, sino que interviene activamente en el proceso de selección.

Utilizan una función de progreso técnico implícita, en el que la tasa de crecimiento de la productividad se endogeiniza. Esta función se centra en las innovaciones que implican cambios en la *rutina* de la empresa, que tienen su correlato en cambios tecnológicos, aprendizajes y habilidades. En este proceso son esenciales los cambios en las rutinas, la toma de decisiones empresariales y los mecanismos de selección, producto de la acción deliberada de los hombres. El tratamiento de la división del trabajo, la especialización creciente, los rendimientos crecientes, la generación de nuevos bienes y sectores y la amplitud de los mercados, se simulan en el modelo.

Con relación a la *teoría formal*, Nelson y Winter desarrollan diversos modelos de crecimiento, entre los que se destaca el modelo de crecimiento evolucionario. Acá intentan explicar los agregados económicos: producto, insumos, precio de los factores y el cambio técnico. Los agregados económicos son generados a partir de datos microeconómicos determinados sobre la base de reglas, búsquedas y procesos de selección decisional. Se trata de un *modelo de simulación* que ajusta los datos que obtuviera Solow en su trabajo de 1957.

Se alcanzan resultados que se hallan en línea con los de Solow, aunque para los autores son más sólidos dado que se opera con un esquema micro-macroeconómico, ausente en el modelo de Solow, y con una más precisa representación del cambio técnico (no es un residuo y responde a cambios que ocurren en el sistema). No obstante, el modelo basado en reglas de decisión empresarial, no supera el carácter instrumental. Con relación a la teoría, la crítica de los supuestos no es suficiente para superar la lógica neoclásica.

CAPÍTULO 2

DESARROLLO ECONÓMICO (II)

1. MODELOS DE ESTABILIZACIÓN

Los modelos de estabilización se ocupan de la evolución, consistencia y compatibilización de las variables relevantes en el corto plazo: crecimiento, inflación, tasa de interés, base monetaria, tipo de cambio, superávit fiscal, balanza comercial y de pagos, distribución de ingresos, etc. El objetivo central es contribuir a sostener un determinado tipo de desarrollo. Estos modelos se centran las políticas fiscal, monetaria, cambiaria, comercial y de desarrollo. En su versión ortodoxa desconocen el rol del Estado en la promoción del desarrollo. Éste se realiza a través de los mercados que refleja la racionalidad microeconómica de los agentes económicos: el desarrollo se reduce a la acción del mercado. Las políticas económicas deben minimizarse; más aún anularse por ineficaces. El Estado sólo cumple un rol mínimo, en el que predominan las acciones administrativas.

Las medidas de estabilización en el mundo neoclásico ortodoxo se derivan de modelos teóricos cuyas soluciones demandan el supuesto de *estado estable* (el nivel de las variables crece a tasa constante y las que se expresan como razones, a tasa nula). Con ello se eliminan los cambios, mutaciones estructurales, que alteran las relaciones entre las variables. En cambio en la visión de los economistas austriacos neoclásicos, retomada por Hicks[1], el sendero de crecimiento de la economía recorre una *travesía,* en la que el proceso productivo se aleja del estado estable.

Desde la perspectiva del programa de investigación clásico-demanda efectiva, Nell[2] cuestiona el supuesto de estado estable, dado que la presencia de nuevos bienes, nuevos procesos, nuevas industrias y mercados, genera un contexto de *crecimiento transformacional,* que es ajeno al estado estable. Éstos no pueden representar adecuadamente los procesos históricos reales de acumulación del capital. La importancia del cambio estructural se pone de manifiesto en el análisis de los regímenes de acumulación de capital, que relacionan las regularidades que surgen de la interacción de la organización de la producción, del mercado laboral, de la distribución de ingresos y de los comportamientos de la demanda. El desplazamiento de un régimen de acumulación de capital a otro, configura un proceso de *transición*, cuyas demoras, en cuanto a la duración esperada del mismo, depende de la intensidad de los conflictos que desatan los cambios estructurales y la des-estructuración que ocurre en los diversos subsistemas sociales. La intensidad de los bloqueos, conflictos, etc., retarda en todas las áreas la evolución de la vida social.

La dinámica del proceso de acumulación vigente en un país debe relacionarse, entonces, con la política de estabilización, si es que se desea alcanzar un desarrollo consistente y sustentable. Los impactos transitorios que devienen permanentes en la política fiscal (histérisis) afectan los procesos de acumulación tecnológica y económica. Es por ello que se demanda un análisis conjunto de

[1] HICKS, John, *Capital and time. A neo-austrian theory,* Oxford, Clarendon Press, 1973.
[2] NELL, Edward J., *Transformational growth and effective demand,* New York University Press, 1992.

ambos procesos, tendencia que se acentúa en los últimos años[3]. La relación estabilización- desarrollo debe evaluarse conforme al estadio de desarrollo de la economía de un país. En un país desarrollado el campo de solución de los problemas de corto plazo, enfrenta un menor ajuste estructural. En cambio, en un país subdesarrollado los problemas son mayores.

Los modelos de estabilización más relevantes basados en la ortodoxia neoclásica se construyen a partir de un reducido número de ecuaciones de comportamiento y un elevado número de relaciones contables. La consistencia econométrica es baja, tanto por el inadecuado tratamiento de la información como por el cálculo no sistemático de los parámetros. Su relación con los problemas del desarrollo es escaso o nulo.

Los modelos de estabilización han sido impulsados, en buena medida, por los organismos internacionales, en particular el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial. Son en su mayoría de tipo neoclásico y se hallan fuertemente cuestionados por destacados economistas, entre otros por quien fuera vicepresidente del Banco Mundial, también miembro del Consejo de Asesores del Presidente de USA, el profesor de la Universidad de Stanford Joseph Stiglitz. En particular critica los modelos del Fondo Monetario Internacional por su simplicidad y pobreza teórica y por su visión estática de los ajustes monetarios, fiscales y cambiarios. Las contribuciones teóricas de los modelos de desarrollo endógeno y el rol activo de la mesoeconomía no se incorporan en este tipo de modelos.

En la década del 60, se sistematizan los modelos de estabilización denominados de *dos brechas*. Se inspiran inicialmente en el modelo de crecimiento de Harrod-Domar. También se elaboran desde el punto de vista neoclásico. En la década del 70 como consecuencia del creciente endeudamiento de los países subdesarrollados, surge una versión neo- estructuralista, en particular con el trabajo de los economistas Edgar Bacha y Lance Taylor. A partir de ambas contribuciones cobran importancia los denominados modelos de *tres brechas*.

1.1. MODELOS RELEVANTES DE ESTABILIZACIÓN

Se centra el análisis en los modelos de política económica que se basan mayoritariamente en las contribuciones de la corriente neoclásica ortodoxa.

El proceso de acumulación de capital enfrenta desequilibrios internos y externos. Ello da lugar a la elaboración de diversos modelos. Surgen así los de *dos brechas*[4]. Los desequilibrios internos obedecen a las discrepancias entre el ahorro y la inversión (brecha de ahorro); los desequilibrios externos determinan límites para la compra de insumos y de bienes de capital necesarios para el desarrollo (brecha del sector externo). A fin de cubrir la mayor de las dos brechas, se acude al capital internacional que junto al ahorro interno sostendrán la inversión sectorial y regional. Si no alcanzara la tasa de crecimiento propuesta, la economía se hallaría en una posición de desequilibrio.

En la década del 80, caracterizada por el fuerte endeudamiento de los países subdesarrollados, se amplía el enfoque de política económica. Se atiende ahora, al

[3] TURNOSKY, Sthepen J. y PARTHA, Sen, *Fiscal policy, capital accumulation and debt in an open economy*, Oxford Economic Papers, Nº43, 1991.

[4] CHENERY Hollis y BRUNO, Michael, *Development alternatives in an open economy. The case of Israel*, The Economic Journal, March 1962, 79-103.

análisis de las restricciones fiscales a través de los modelos de *tres brechas*: de ahorro, de divisas y fiscal[5].

Bajo la denominación de RMSM (Revisted Minimum Standard Models) se construyen modelos de tres brechas que responden a diversas variantes de los programas de investigación neoclásico, clásico y de demanda efectiva. Incorporan en forma limitada ecuaciones econométricas (en su mayoría son definiciones contables), presentan cierres alternativos para simular diferentes estrategias, principalmente a partir del crecimiento del producto y de las disponibilidades financieras. Las debilidades teóricas de estos modelos son basicamente dos: una, las explicaciones relevantes se reducen a la interpretación fiscal de la inflación y dos, tratamiento exógeno de la variable crecimiento.

1.1.1. Modelos de Dos Brechas

A principios de los años 60 los desequilibrios internos y externos de las economías, en particular la de los países subdesarrollados, profundizaron el interés por la investigación de las causas y mecanismos que desataban los desequilibrios. En el ámbito académico y en los organismos internacionales (Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial) se inician estudios sistemáticos que aportan nuevas perspectivas teóricas de política económica, de medición y de modelización.

A partir de los años 70 y hasta hoy, tales desequilibrios se realimentan con una mayor inflación, abultado endeudamiento externo e interno y fuertes déficits fiscales. Ello abre el camino para nuevos aportes teóricos.

Los modelos de *dos brechas* centran el análisis en los desequilibrios que soportan los países subdesarrollados. Chenery y Bruno, en el trabajo antes citado, señalan que los diferentes y conflictivos *límites* al crecimiento son claves para el crecimiento acorde con Harrod. Tales límites se formalizan en el contexto de un modelo de política económica simple. El primer límite es la escasez de ahorro interno que frena las inversiones. El segundo límite es la insuficiencia del sector externo para generar divisas. Este límite refuerza el primero, afectando el proceso de acumulación de capital. La posibilidad de acelerar el crecimiento dependerá entonces del uso de recursos externos. Para representar estos problemas Chenery y Strout[6], a partir de las relaciones de Harrod-Domar, realizan proyecciones para 5-10 años; para el largo plazo acudirán a un modelo neoclásico donde se destaca el rol del ahorro externo para lograr un crecimiento sustentable.

Se tienen entonces dos brechas, una de ahorro y otra del sector externo, desequilibrios entre importaciones y exportaciones, y en sentido más amplio, la falta de divisas para financiar las inversiones. A fin de cubrir la mayor de las dos brechas se recurre al capital externo. Si finalmente no se alcanzase la tasa de crecimiento propuesta la economía se encontraría en un estado de desequilibrio estructural.

Los rasgos esenciales de este modelo están contenidos en las siguientes ecuaciones:

---

[5] TAYLOR, Lance, *Socially relevant policy analysis*, The MIT Cambridge, Mass, London, England, 1990.

[6] CHENERY, Hollis y STROUT, Alan M., *Foreign assistance and economic development*, The American Economic Review, Vol. VI, Nº4, September 1966, 679-733.

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + X_t - M_t \quad (1)$$

donde:

Y = Producto Bruto Interno;

C = Consumo;

I = Inversión Bruta Interna;

G = Gasto Público;

X = Exportaciones;

M = Importaciones;

t = tiempo.

Mediante transformaciones algebraicas simples se arriba a:

$$(Y_t - C_t - G_t) - I_t = X_t - M_t \quad (2)$$

$$S_t - I_t = X_t - M_t \quad (3)$$

donde:

S_t = ahorro en el tiempo t.

En el sector interno la brecha del ahorro (T_t^*) es:

$$S_t - I_t = T_t^* \quad (4)$$

En el sector externo la brecha (T_t^{**}) es:

$$X_t - M_t = T_t^{**} \quad (5)$$

La identidad de la ecuación (2) se mantiene si:

$$T_t^* = T_t^{**} \quad (6)$$

La brecha entre brechas surge cuando:

$$S_t - I_t \neq X_t - M_t \quad (7)$$

El modelo se completa especificando el comportamiento de las variables: S_t,

I_t, X_t, M_t. Éstas son seguidas de otras que especifican límites dentro de un rango factible de cambios en la economía.

1.1.2. Modelos de Tres Brechas

En los años 80 las economías de los países subdesarrollados exhiben diversos problemas: des-industrialización, elevadas tasas de interés y endeudamiento externo. La brecha fiscal pasa a ser el centro de la atención en la construcción de modelos de política económica. Surgen los modelos de tres brechas. En consecuencia el modelo de dos brechas para economías abiertas se extiende a fin de precisar el análisis del endeudamiento externo. La restricción fiscal es una tercera brecha que limita el crecimiento en países muy endeudados[7]. Se tiene ahora una brecha de ahorro, otra de divisas y otra fiscal.

Se trata de *modelos empíricos* que demandan información y procedimientos de estimación paramétrica, de solución y de simulación abiertos a su vez a diversas opciones. Sus formas estructurales se caracterizan por la escasez de ecuaciones de comportamiento. Por el contrario son excesivas las ecuaciones contables, exceptuando las que representan las restricciones relacionadas con el ahorro interno, externo y fiscal. Como contrapartida son modelos flexibles con relación al cierre de los mismos; ello permite evaluar diferentes alternativas y escenarios de crecimiento. Si bien son diversos los modelos utilizados comenzando con Chenery y Mac Ewan[8] que construyen uno de programación lineal con la especificación de dos brechas, enfatizamos el análisis de dos de ellos. Estos modelos, predominantes como herramientas de modelización, son los denominados Revised Minimum Standard Model (RMSM) y sus variantes RMSM-X, RMSM-XX y los Modelos de Equilibrio General Computable (C.G.E.).

1.1.3. Revised Minimum Standard Model (RMSM)

Las primeras versiones del RMSM se remontan a los trabajos de Holsen[9] y Addison[10] que utilizan el esquema contable de los modelos de dos brechas. Determinan dos sectores: interno y externo y un bien (PBI). Las relaciones fundamentales se refieren a las restricciones presupuestarias y a las condiciones de equilibrio en el mercado de bienes expresados en porcentaje del PBI. Finalmente se especifican reglas de comportamiento en particular para la tasa de crecimiento del PBI real:

$$g = i/ICOR \qquad (1)$$

---

[7] BACHA, Edmar, *Un modelo de tres brechas de las transferencias externas y la tasa de crecimiento del PBI en países en desarrollo*, Trimestre Económico, 1990, 41-61.

[8] CHENERY, Hollis y MAC EWAN, A., *Optimal patterns of growth and aid: the case of Pakistan*, en ADELMAN, Irma y THORBEKE, E.; *The theory and design of economic development*, The John Hopkins Press, Baltimore, 1986.

[9] HOLSEN, J. A., *The minimum standard model for CCP system and global framework country economic projections*, The World Bank, January 1973.

[10] ADDISON, J., *The World Bank RMSM*, World Bank, WPS 231, May 1989.

donde:

g = tasa de crecimiento del producto;

i = inversión/producto;

ICOR = $I/\Delta Y$;

I = inversión bruta interna;

Y = producto bruto interno (PBI);

Δ = tasa de cambio.

En otros términos:

$$g = ik \qquad (2)$$

donde:

k = productividad del capital.

En estos modelos son exógenas las variables PBI y exportaciones. El número de relaciones contables se incrementa. Las extensiones de estos modelos al RMSM-X (extended) que mejora el proceso de modelización y de estimación paramétrica, y los denominados RMSM-XX (se trata de modelos econométricos más densos) no superan la restricción que implica la falta de determinación de un sendero de crecimiento endógeno. Ésta es una variable exógena determinada fuera del modelo. Los cambios estructurales que ocurren en el sendero de crecimiento no se tienen en cuenta. El crecimiento y la estabilización se separan.

En el RMSM-X se incorporan explícitamente los sectores del gobierno, monetario, privado y externo. Se mejoran los requerimientos conceptuales y de medición con el propósito de lograr una mutua consistencia en todas las cuentas. Asimismo se amplía el mercado a conjuntos de bienes y de activos, en tanto que las reglas de comportamiento se concentran en el ajuste de los mercados. .

Los modelos RMSM-XX especifican una estructura de comportamiento completa: se determinan conjuntamente los precios y cantidades en los mercados de bienes, trabajo y financieros. Asimismo se incrementa el rango de cierre y pueden extenderse a los modelos de tipo multisectorial e incorporar el rol de las expectativas. La desagregación del modelo hasta hoy es amplia, en términos de demanda final, mercado laboral, distribución de ingresos y mercados monetario y financiero. No ocurre lo mismo con la producción y las fuentes del crecimiento.

Finalmente, cabe señalar que las estrategias para la modelización de los RMSM-X o RMSM-XX dependen de la disponibilidad de información y de los propósitos de simulación. También deben incorporar consistentemente las restricciones presupuestarias, definir las ecuaciones de comportamiento y elegir el cierre de acuerdo con los tipos de simulación que se demandan.

1.1.4. Modelo de Equilibrio General Computable (CGE)

El origen de estos modelos se puede rastrear a partir de los trabajos de Johansen en 1960[11] que reemplaza los precios fijos, típico del modelo de dos brechas, por precios endógenos multisectoriales. Se superan los problemas de falta de linealidad del modelo con un proceso de linealización de las ecuaciones. Ello permite, junto con la eliminación de la restricción que imponen los coeficientes fijos en las funciones de producción (incorporación de la sustitución entre los factores), el uso pleno de las tablas de Insumo-Producto. A su vez se mejora el lado de la demanda final, del mercado laboral y de la distribución de ingresos. Se incorporan ecuaciones de comportamiento al análisis de insumo-producto. Comienza, así, un desarrollo sistemático de los modelos C.G.E., que a sus contribuciones teóricas y de modelización, agrega la incorporación de tecnologías de computación y el software adecuado para resolver sistemas lineales y no lineales.

Entre los trabajos relacionadas con la construcción de este tipo de modelos, al ya mencionado de Taylor se agrega el de Taylor y otros economistas[12] para analizar la economía brasileña. Estos modelos se especifican con variantes que responden en su mayoría a una estructura básica que continua los lineamientos centrales de la visión neo-estructuralista en particular para los países en desarrollo. En el caso del modelo desarrollado por Lustig y Taylor[13] se tienen precios sectoriales endogeneizados y un balance sectorial derivado de las relaciones de insumo-producto. Asimismo se especifica la ecuación de demanda del consumidor, la del total de gasto por clases y la distribución de ingresos por clases: campesinos, trabajadores agrícolas, capitalistas agrícolas, trabajadores urbanos, comerciantes y marginales urbanos. Se completa el sistema con las restricciones del ahorro del gobierno, ahorro externo, ahorro privado y el balance inversión-ahorro.

2. PROBLEMAS DE MEDICIÓN Y TIPOS DE CIERRE DE LOS MODELOS

En términos de *medición económica* la implementación de los modelos RMSM-X, RMSM-XX y C.G.E. plantean la necesidad de dar *consistencia* y *compatibilización* a las cuentas fiscales, monetarias y de la riqueza. Ello genera una retroalimentación positiva con el sistema de información público y privado. La medición del sector público, debe ser precisa y tiene por finalidad conocer las vías en que el mismo puede financiarse[14]. En consecuencia debe redefinirse operacionalmente el sector público. En éste los problemas de medición surgen de las convenciones contables y del análisis económico. En principio se tomará en cuenta tanto el gobierno central como los provinciales y locales, a lo que se

[11] JOHANSEN, L., *A multisectoral study of economic growth*, Second enlarged edition, North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1974.

[12] TAYLOR, L.; BACHA, E.; CARDOSO, E. y LYSY, F., *Models of growth and distribution for Brasil*, World Bank, Oxford University Press, 1980.

[13] LUSTIG, Nora y TAYLOR, Lance, *Mexican food consumption in an estructuralist CGE model*, in TAYLOR, Lance, *Socially relevant policy analysis*, The MIT Press, Cambridge, Mass, 1990.

[14] BUITER, Willem, *Measurement of the public sector deficit and its implications for policy evaluation and design*, IMF Staff Papers, 1983, 306-349.

agregará las empresas estatales y los fondos extrapresupuestarios. Si sólo se computase el gobierno central, se tendría una visión imprecisa de la evolución de los recursos, gastos y endeudamiento en las diferentes jurisdicciones. La dimensión del gobierno central podría declinar mientras que están creciendo los restantes presupuestos. A ello se agrega el déficit o superávit de las empresas estatales. En consecuencia al computarse el déficit (superávit) fiscal deberá tenerse en cuenta el sector público completo, incorporando las ganancias y pérdidas del Banco Central y las de capital debidas a la inflación y a las alteraciones cambiarias. Caso contrario se enfrentarán severos desequilibrios resultantes de la carencia de la información correspondiente a cada jurisdicción. El objetivo será, entonces, contar con consistentes y seguros datos sobre el flujo de gastos, ingresos y de stocks de todos los organismos públicos.

También deberán diferenciarse las tres medidas de desbalance fiscal:

- El *déficit operativo*, expresado en términos reales, Excluye el componente inflacionario derivado del pago de intereses por el gobierno. Determina la magnitud del déficit fiscal a financiar.
- EL *déficit primario*. Se excluye de las partidas presupuestarias los intereses que sobre la deuda pública interna y externa paga el gobierno. Sirve para analizar el impacto de la política fiscal corriente sobre la demanda agregada.
- El *déficit de caja* u observado es útil para analizar los movimientos de los recursos financieros entre el gobierno central y el resto de la economía.

El concepto más apropiado para los programas de estabilización y ajuste es el de déficit operativo; se trata de la medida más relevante para la política fiscal dado que refleja la absorción de recursos reales por el sector público.

Otros avances significativos que se observan en la sistematización de la información se refieren a su organización. Tanto en los modelos RMSM como en los C.G.E. un aspecto central es el logro de una elevada consistencia contable. Son esenciales los datos relacionados con el ingreso nominal y los de la tabla de insumo-producto. La organización de los datos se concreta en la forma de una matriz social contable (SAM).

Los modelos deben asegurar *proyecciones consistentes.* Son proyecciones que satisfacen las restricciones presupuestarias de los diferentes sectores de la economía. A fin de arribar a tal consistencia se utiliza la metodología de *flujo de fondos* (cada fuente de fondos para un sector es también un uso o recurso para otro). Este sistema de doble entrada contable coloca a los ingresos, gastos, ahorro e inversión de tal forma que se alcanza la consistencia entre sectores. Las restricciones presupuestarias para todos los sectores económicos (gobierno central; empresas públicas y gobiernos locales; banco central; sistema bancario; sector privado no financiero; sector externo) deben satisfacerse simultáneamente, tanto para los flujos como para los stocks. Las matrices construidas identifican los usos y fuentes de fondos a través de los flujos reales y financieros. A tal fin se particiona la matriz en bloques: cuenta corriente y de ahorro y préstamo.

La ausencia de los trabajos de consistencia conduce a problemas de cierre del modelo. Estas exigencias en el terreno de la medición económica son uno de los aportes más relevantes en este tipo de modelos.

Las debilidades econométricas en la construcción de estos modelos, en particular los RMSM, son:

a) Parámetros exógenos;

b) Razones;

c) Tendencias;

d) Estimaciones econométricas.

La determinación exógena de *parámetros* empobrece sustancialmente todo modelo. Debe evitarse poner "desde afuera" números que se supone representan a los coeficientes del modelo. El nivel de éstos cambia dentro de cierto rango de acuerdo a las condiciones específicas de funcionamiento de la economía que se analiza.

Algo similar ocurre con las *razones* cuando por falta de información se utilizan resultados alcanzados en otros países, sectores y regiones.

Respecto de las t*endencias* constituye un recurso heroico dentro del trabajo de estimación y debiera restringirse su uso. Las tendencias sólo nos dicen que lo que ocurrió en el pasado es el único factor determinante de lo que ocurrirá en el futuro. Se pierde todo rasgo teórico en la explicación que debe dar la ecuación.

Finalmente las *estimaciones econométricas* con adecuada especificación teórica validan hipótesis y dan una explicación del fenómeno real sujeta a tests estadísticos confiables. El crudo empirismo con que se elaboran reduce su credibilidad. A medida que predominan las estimaciones econométricas, los modelos se denominan RMSM-XX o MACOR. En el caso de los modelos RMSM o RMSM-X predominan los tipos (a, b, c) de estimación. La precariedad de tales estimaciones (provienen de fuentes diversas y no especificadas) disminuye la confiabilidad de las proyecciones y simulaciones que se realicen.

Los *cierres* de los modelos son diversos. Aquí sintetizamos los que se utilizan en los modelos RMSM.

Los modelos pueden cerrarse utilizando la *brecha fiscal* o bien la *brecha externa* que tiene en cuenta el financiamiento externo (cierre externo). Ello obliga a seleccionar un conjunto relevante de variables endógenas. De acuerdo con el sector que se ajusta el cierre se denomina "positivo" si se trata del sector privado, y "normativo" en el caso del sector público.

El *financiamiento externo* se lleva a cabo a través de dos modelos alternativos:

1) El modelo de *disponibilidades*: existen restricciones externas. En este caso *dado* un proyectado nivel de préstamos externos disponibles y la demanda de dinero esperada, así como los objetivos de inflación, se *ajusta* la tasa de crecimiento del producto, la posición fiscal y la acumulación de reservas.
2) El *modelo de requerimientos*: no existen restricciones externas. En este caso, *dado* los objetivos de crecimiento del producto, de inflación y de acumulación de reservas externas, se *determina* si el déficit fiscal del sector público consolidado y los gastos son *consistentes* con las disponibilidades financieras.

3. MARCO TEÓRICO BÁSICO

Los *núcleos teóricos* relevantes de los modelos de *tres brechas* se describen a

continuación.

3.1. MODELO CLÁSICO - DEMANDA EFECTIVA

La formalización de la brecha fiscal en los modelos de la variante *neo-estructuralista* se elabora dividiendo la formación de capital (I), en Inversión del Gobierno (Ig) e Inversión Privada (Ip).

$$I = Ig + Ip \qquad (1)$$

Otra ecuación describe la inversión en función de las fuentes de financiamiento:

$$I = Sp + (T - G) + (F - J) \qquad (2)$$

donde:

Sp = ahorro privado;

T = ingreso público;

G = gasto público;

(T – G) = superávit presupuestario primario en cuenta corriente;

F = entradas netas de capital;

J = servicios netos de los factores al exterior:

(F – J) = transferencias externas netas al gobierno.

En consecuencia:

$$Ig = (Sp - Ip) + (T - G) + (F - J) \quad \text{(restricción presupuestaria)}$$

Asimismo la inversión privada depende de la del gobierno:

$$Ip = k\, Ig \qquad (3)$$

donde:

k = parámetro.

Esta relación revela la importancia que tiene la inversión del gobierno en infraestructura que fija el *límite superior* para que se logre una inversión privada

rentable (hipótesis de atracción) que cuenta con fuerte apoyo empírico en los programas de industrialización de Brasil, Corea, Israel, India, México, Turquía, etc.

Según Bacha se trata de un modelo que *maximiza* la inversión y por ende la tasa de crecimiento del producto, con precios fijos y sujetos a restricciones. El modelo se simula para analizar los efectos de la devaluación, de la inflación, de medidas fiscales, etc., y las repercusiones que tales efectos tienen sobre la deuda externa.

Simultáneamente con este trabajo que responde al programa de investigación clásico-demanda efectiva en su vertiente neo-estructuralista, Taylor[15] y un buen número de investigadores nucleados en el denominado programa WIDER analizan en diversos modelos, en particular los de Equilibrio General Computable, los problemas que originan los tres tipos de desequilibrios. En estos casos los rasgos estructurales de la economía: precios y producciones sectoriales, el gasto por clases, la distribución del ingreso, operan bajo restricciones que imponen las ecuaciones de ahorro público, privado y externo.

En la República Argentina se han llevado a cabo una buena cantidad de trabajos relacionados con este enfoque[16]. En línea con la versión de Bacha y Taylor, se formalizan las relaciones básicas de la economía argentina utilizando 8 ecuaciones en las que a partir de la identidad:

$$i = Sg + Sp + Sq \qquad (4)$$

donde:

i = inversión bruta interna;

Sg = ahorro público;

Sp = ahorro privado;

Sq = ahorro externo;

se especifican las ecuaciones de ahorro e inversión. En ellas juegan un rol destacado las variables de capacidad utilizada de la economía, el producto potencial y el efecto *crowding-in* de la inversión pública. Finalmente se define el déficit fiscal como la diferencia entre la inversión pública y el ahorro público. Se agregan a estas ecuaciones tres que determinan la evolución de la deuda interna, externa y total. Se elaboran así las ecuaciones correspondientes a las brechas de ahorro, comercial y fiscal. Los escenarios que se construyen, permiten realizar simulaciones que evalúan las alternativas fiscales, de crecimiento y de endeudamiento que enfrentan los países subdesarrollados.

3.2. MODELOS NEOCLÁSICOS

La corriente neoclásica colabora extensamente en la elaboración de estos modelos. En este terreno se destacan las diversas contribuciones de van

[15] TAYLOR, Lance, *Socially relevant policy analysis*, The MIT Cambridge, Mass, London, England, 1990.
[16] FANELLI, José M. y FRENKEL, Roberto, *Growth exercise for Argentina*, CEDES, Nº25, 1989.

Wijnbergen[17]. Se busca en este caso un esquema integrado que asegure la *consistencia* entre el déficit fiscal y metas macroeconómicas: crecimiento del PBI y tasa de inflación. Se trata de modelos de estabilización con crecimiento exógeno. En consecuencia, no se elaboran políticas de desarrollo para sostener las relaciones macroeconómicas de corto plazo; sólo se suponen tasas de crecimiento bajo el supuesto de estado estable.

El análisis se centra en el presupuesto del gobierno como restricción y se usa para derivar el déficit financiable, dadas las metas de inflación, o bien derivar una tasa de inflación de equilibrio para la que no se necesita ajuste fiscal.

El *déficit financiable* se define como aquel que no requiere más financiación que la compatible con los préstamos externos e internos sustentables, y las metas de crecimiento y de tasa de inflación.

El modelo sirve para analizar problemas de inflación, devaluación, tasas de interés interna y externa y las consecuencias de posponer el ajuste fiscal.

El *núcleo teórico* se basa en el enfoque de finanzas públicas de la inflación, originado en: Phelps[18] (1973), Dornbusch[19] (1974) y Buiter[20] (1985); entre otros. La inflación es interpretada como un impuesto residual.

Se deriva la relación entre déficit fiscal, creación de dinero y deuda a partir de la siguiente ecuación:

$$D = iB + i^{*}B^{*}E = \dot{B} + \dot{B}^{*}E + \dot{D}C_{g} \qquad (1)$$

donde:

D = Déficit primario;

i (i*) = Tasa nominal de interés interna y externa (*);

B (B*) = Deuda interna y externa (*);

E = Tasa de cambio nominal;

($\dot{}$) = Tasa de cambio de deuda interna, externa y de adelantos del Banco Central Sector Público;

DC_g = Adelantos del Banco Central al Sector Público.

Los diferentes tipos de gastos, izquierda de la ecuación, son financiados por el sector interno, externo y el Banco Central, lado derecho de la ecuación.

Sucesivas transformaciones arrojan ecuaciones que permiten evaluar las implicancias de reformas en el sector financiero, metas de inflación, de devaluación, estrategias de deudas; el impacto del financiamiento generado por el señoreaje y el impuesto inflacionario. Los diferentes resultados que se alcanzan en las simulaciones permiten conocer la reducción o expansión de las obligaciones

[17] ANAND, Ritu and van WIJNBERGEN, S., *Inflation, external debt and financial sector reform: a quantitative approach to consistent fiscal policy with an application to Turkey*, NBER, Working Paper, N°2731, October 1988.

[18] PHELPS, E., *Inflation in the theory of public finance*, Swedish Journal of Economics, 1973.

[19] DORNBUSCH, R., *Deficit, capital acumulation and inflation*, Journal of Money, Credit and Bankings, 1977.

[20] BUITER, Willem, *A guide to public sector debt*, Economic Policy, N°1, 1985.

fiscales.

Entre los modelos de estabilización que responden a la estructura teórica descripta, se destaca el elaborado para el programa de estabilización de la República Argentina. El programa se completa con un conjunto de medidas de ajuste estructural desde la perspectiva neoclásica: reforma del Estado, privatizaciones, desregulación y apertura económica.

3.2.1. El Modelo de Estabilización de la Argentina

El modelo construido por técnicos del Banco Mundial en 1991 (mimeo) reduce la ecuación (1) a:

$$D + iB + i^*B^* = \dot{B}^* \qquad (1)$$

donde:

$D + iB^* + i^*B^*$ = superávit (déficit) operativo;

$\dot{B}^*$ = tasa de cambio de Deuda Externa.

El déficit operativo depende sólo del endeudamiento externo. Ello obedece a que el programa de estabilización denominado *convertibilidad* reduce hasta eliminar, el déficit cuasi-fiscal, los préstamos del Banco Central al Estado y a las entidades financieras privadas y elimina la flexibilidad de la política cambiaria (se fija la paridad cambiaria con relación al dólar, 1:1). El Banco Central se reduce a una caja de conversión; se elimina así la política monetaria y cambiaria, en tanto que la política fiscal se reduce al ejercicio de una inflexible administración contable. Con este modelo se accede a una aplicación plena de los principios que regulan el pensamiento neoclásico ortodoxo.

La ecuación de la *convertibilidad,* es una particular ecuación de oferta y demanda monetaria:

$$\Delta MB = \Delta R \qquad (2)$$

donde:

ΔMB = cambio en la Base Monetaria;

ΔR = cambio en las Reservas (divisas) del Banco Central.

La base monetaria es sostenida por las reservas internacionales, que se convierte así en la única vía para crear dinero.

Las críticas de este modelo se relacionan con:

➢ *Medición:*

En la construcción del modelo de convertibilidad no se respetaron los requisitos de *medición,* en particular la exigencia de consolidación territorial del presupuesto: nación, provincias, municipios. Tardíamente, casi después de 7 años, los organismos internacionales exigieron la consolidación del presupuesto en sus distintos niveles. Tampoco se construyeron las matrices SAM, esenciales para el seguimiento y trabajos de pronóstico con el modelo. Todo ello en un ambiente de desconfianza y descontrol por la manipulación de la información macroeconómica.

➢ *Estado estable:*

El supuesto de *estado estable* aplicado a la evolución de la economía Argentina determinó que los pronósticos de los organismos internacionales, en particular los del Fondo Monetario Internacional fueran totalmente erróneos. Estos errores internos y externos se tradujeron en un mayor endeudamiento y en graves problemas sociales.

➢ *Crecimiento exógeno*:

En los países subdesarrollados, los planes de estabilización con crecimiento exógeno (las tasas de crecimiento de la economía no se derivan del funcionamiento del modelo; se fijan desde afuera) no garantizan la superación de los problemas de desarrollo. Estos planes conducen, en la mayoría de los casos, a una situación más crítica que la que existía al comienzo del plan de estabilización. Ello ocurre porque las relaciones *de centro -periferia* al ser dominantes en el subdesarrollo, frenan la acumulación circular y acumulativa del capital. La persistencia de esta situación quita sustento a todo plan de estabilización. En un país subdesarrollado, las relaciones centro- periferia agudizan la discrepancia entre las tasas de crecimiento del centro (alta) y la periferia (baja, nula o negativa). Ello acentúa la tendencia a una baja tasa de crecimiento para toda la economía. Esta barrera debilita, hasta hacer fracasar, los planes de estabilización con crecimiento exógeno. La superación de la relación centro-periferia, expresada en un *modelo de transición,* es una condición necesaria para alcanzar el objetivo de convergencia. Es decir, la región periférica, mediante fuertes cambios estructurales, debe arribar a elevadas tasas de crecimiento. Si la región central, que también debe enfrentar cambios estructurales, crece a menor ritmo, se facilita la convergencia de ambas tasas a un nivel elevado, tal que supere la tasa de interés internacional e impulse fuertes cambios de composición en la balanza comercial de bienes y servicios. Esta compleja relación entre las regiones sólo alcanza soluciones satisfactorias, si el plan de estabilización se acopla a un proceso de acumulación circular y acumulativa del capital entre las diferentes regiones. A tal fin se requiere la explicitación de estrategias de desarrollo endógeno que contemplen la *convergencia* de las tasas de crecimiento regional y la

complementación de las políticas fiscales con las de desarrollo. Se potenciará así la *base económica* de cada región.

➢ *Relación cambiaria fija:*

La paridad cambiaria establecida en 1991 entre las monedas de USA y Argentina de 1:1, no puede sostenerse en el año 2001. Así lo indica el notable crecimiento de la economía en USA con respecto al de Argentina. La pérdida relativa del poder de compra por parte de Argentina sólo se sostiene sobre la base de una enorme distorsión en los precios relativos de la economía.

➢ *Criterios de solvencia y credibilidad en los modelos de estabilización:*

La vigencia de un plan de estabilización depende de los tests de solvencia y credibilidad. Éstos se evalúan mediante la ecuación derivada de los modelos de estabilización con crecimiento exógeno.

La ecuación en letras minúsculas, expresa cada una de las variables divididas por el producto bruto interno[21], es:

$$\dot{b}^* = -(X - M) + (r - n)b^* + \dot{e}b^* \qquad (3)$$

donde:

$\dot{b}^*$ = tasa de cambio de la razón: stock de deuda externa/producto bruto interno;

b^* = stock de deuda externa;

$(X - M)$ = balanza comercial real de bienes y servicios;

r = tasa media real de interés sobre la deuda externa;

n = tasa de crecimiento real media anual de la economía;

$\dot{e}$ = tasa de cambio real.

Se elimina para el caso argentino, dada la constancia de la tasa de cambio, la expresión $\dot{e}b^*$. Suponiendo constante la deuda externa, se tiene:

$$X - M = (r - n)b^* \qquad (4)$$

[21] van WIJNBERGER, Sweder, *External debt, inflation, and the public sector: forward fiscal policy for sustainable growth*, The World Bank Economic Review, Vol. 1, N°3, 1990.

En consecuencia:

$$X - M > (r - n)b^* \quad (5)$$

$$X - M/(r - n) > b^* \quad (6)$$

En la relación (6), la desigualdad indica que los ingresos futuros descontados sostienen la deuda inicial. El plan de estabilización es *solvente.*

La situación de *solvencia* no se mantiene si ($b^* > r$). Si además, ($r > n$) el resultado es un incremento de la deuda; el plan pierde *credibilidad.* Conforme a datos oficiales, la relación Deuda Externa/PBI muestra el creciente endeudamiento de la economía:

Relación Deuda Externa / PBI (miles de pesos)
1993 – 2000

VARIABLES	1993	%	1994	%	Δ	1995	%	Δ	1996	%	Δ
ıda Externa ta	72.212.000	30,53	85.678.000	34,23	18,65	98.890.000	40,66	17,02	109.774.000	42,78	14,98
a precios de cado (base 93)	236.504.980	100,00	250.307.886	100,00	5,84	243.186.102	100,00	1,40	256.626.256	100,00	2,76

Δ: Tasa de Crecimiento
Fuente: Ministerio de Economía, Secretaría de Programación Económica y Regional, Subsecretaría de Programación Macroeconómica, *Informes Económicos N°32 y 35.*

ARIABLES	1997	%	Δ	1998	%	Δ	1999	%	Δ	2000	%	Δ
a Externa	124.696.000	44,94	14,63	140.489.000	48,76	14,24	144.657.000	51,98	12,28	147.667.000	53,33	10,76
precios de ıdo (base 93)	277.441.318	100,00	4,07	288.123.305	100,00	4,03	278.320.141	100,00	2,75	276.867.568	100,00	2,28

Δ: Tasa de Crecimiento
Fuente: Ministerio de Economía, Secretaría de Programación Económica y Regional, Subsecretaría de Programación Macroeconómica, *Informes Económicos N°32 y 35.*

Durante 1991-2000: b (8,76 %) > r* (6%). El plan es insolvente.*

Durante1993-2000: r (6%) > n (2,28%). El plan pierde credibilidad.*

Durante el período 1993-1997 las relaciones de insolvencia y credibilidad fueron:

b*(10,56) > r* (6%). *El plan es insolvente.*

r*(6%) > n (4,07). *El plan pierde credibilidad.*

La tasa de interés que se paga es mayor y oscila entre un 8 y un 9%. En consecuencia el monto anual de los intereses crece rápidamente. La tasa de crecimiento medio anual de la suma de intereses pagados alcanza al 14% para el período 1993-2000. En el último tiempo el monto de los intereses pagados

equivale a toda la recaudación tributaria directa. En este contexto la tasa de crecimiento medio anual de la economía no ha alcanzado a superar a la tasa de interés en la casi totalidad de los años que comprende el período 1993-2000. Desde 1998 la profunda recesión que muestra la economía argentina reduce la tasa de crecimiento del producto a valores negativos o nulos. Es decir que aun siendo fuerte la caída de la tasa de interés en USA en 2001 (menos del 2%) el plan de convertibilidad es técnicamente insolvente y de baja credibilidad. Al crecer las relaciones: Deuda/PBI; Deuda/Exportaciones, el plan de estabilización con crecimiento exógeno, pierde *credibilidad* y aumenta el *riesgo país* (diferencia para un mismo día entre el rendimiento de los bonos argentinos a 10 años y los bonos del tesoro americano). Se encarece la tasa de interés interna y externa, que acelera el endeudamiento. Durante 1998-2000, cae la *inversión física* en un 26 % anual, que se asocia al débil crecimiento de las *inversiones en conocimiento* y a la baja *inversión directa externa* que para el año 1997 fue, de sólo el 3% del total mundial, inferior a Brasil y México que alcanzaron al 13% y 7% respectivamente. A su vez, el producto declina a una tasa del 5,5% anual. En otras palabras, el rendimiento de la economía no ha sido satisfactorio en términos macroeconómicos. La casi totalidad de los indicadores macroeconómicos durante el período son negativos al ser ponderados por la deuda externa. La supuesta paradoja de que la macroeconomía anda bien, en tanto que la microeconomía anda mal, no es tal. Ambos niveles tuvieron un comportamiento negativo en términos de las restricciones que pone el plan de estabilización. Además, las nuevas relaciones de dominación limitan el ejercicio soberano de las políticas y dan libertad de acción a los mercados imperfectos.

El problema central radica entonces, en el ritmo de evolución de la economía para un conjunto de indicadores, bajo el supuesto de superávit primario positivo o nulo. Si es alta debe cotejarse con las exigencias del endeudamiento. Si éste crece, debe crecer más la tasa de crecimiento. De allí que las tasas de crecimiento, importantes en determinados años de vigencia del plan de estabilidad, no han sido suficientes. Desde este punto de vista el resultado fue negativo. Si la tasa de crecimiento es baja se debilita aún más la capacidad de la balanza comercial para generar divisas. A lo largo del tiempo, el elevado endeudamiento resultante del déficit primario persistente, y de una mayor tasa real de interés respecto de la tasa real de crecimiento, obliga a los gobiernos a tomar drásticas medidas para su reducción. Tampoco es satisfactoria la tasa de crecimiento de la productividad laboral. Su crecimiento se acelera por la elevada desocupación, más que por la introducción del cambio técnico en algunos sectores. En efecto, el cambio técnico se ha concentrado en escasos sectores. A ello se agrega la baja capacidad de difusión que registran los avances tecnológicos, tal como se evidencia en los resultados de una encuesta realizada a grandes establecimientos de la zona norte de la región I de la provincia de Buenos Aires[22].

La realidad muestra que las regiones subdesarrolladas arrastran condicionamientos históricos que frenan el desarrollo de los factores productivos, en particular del capital humano. En consecuencia el bienestar de una región no se consolida con medidas unilaterales de naturaleza fiscal que desconocen la complejidad del desarrollo regional. El desarrollo local- regional demanda, entre otros mecanismos, la generación de un entorno innovador activo.

En consecuencia, se deben dar respuestas concretas a los problemas del desarrollo. Éstas no dependen sólo de las medidas fiscales, sino de las especificas

[22] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Bases para un modelo de desarrollo tecnológico-industrial-regional*, Ed. Macchi - Universidad Nacional de General San Martín, 1998, 233-264.

estrategias de desarrollo que abren el camino a las inversiones innovadoras y desatan cambios en la demanda para absorber los nuevos bienes. Es necesario para ello tener una distribución de ingresos que potencie el poder de compra de los asalariados. En la República Argentina se han producido dos tipos de transferencias de ingresos que han debilitado sustancialmente el poder de compra. En un caso, la masiva transferencia de ingresos de los asalariados al capital, del orden de dos productos brutos en la década del 70, no condujo a mayores inversiones y crecimiento. La economía se estancó, hubo fuga de capitales y creció sustancialmente el endeudamiento interno y externo. En el otro caso, la creciente regresividad y liberalización impositiva no se tradujo en mayor inversión reproductiva. A todo esto se agrega una persistente evasión que responde a múltiples causas, entre ellas, el comportamiento tradicional de los contribuyentes que evaden, el desorden institucional y de información que registra el sistema fiscal, y la corrupción que se motoriza por la regresividad impositiva. Todo ello recae sobre el contribuyente que abona sus obligaciones fiscales y el consumidor cuyo poder de compra se establece a partir del salario.

La pérdida creciente de solvencia y credibilidad del plan de convertibilidad, no es obstáculo para que el Banco Mundial en su informe de 1998-1999[23] señale el relevante comportamiento del sector financiero, resultante de la aplicación del paquete de medidas contenidas en el plan de convertibilidad. Los bancos, en particular los extranjeros poseedores del 45% de los activos, se destacan por exhibir un elevado nivel de capital mínimo (entre los más altos del mundo), garantía de sus obligaciones, elevada liquidez, calidad y rapidez de la información y supervisión eficiente. Todo ello, acentúa, según el Banco Mundial, la confianza en el sector financiero.

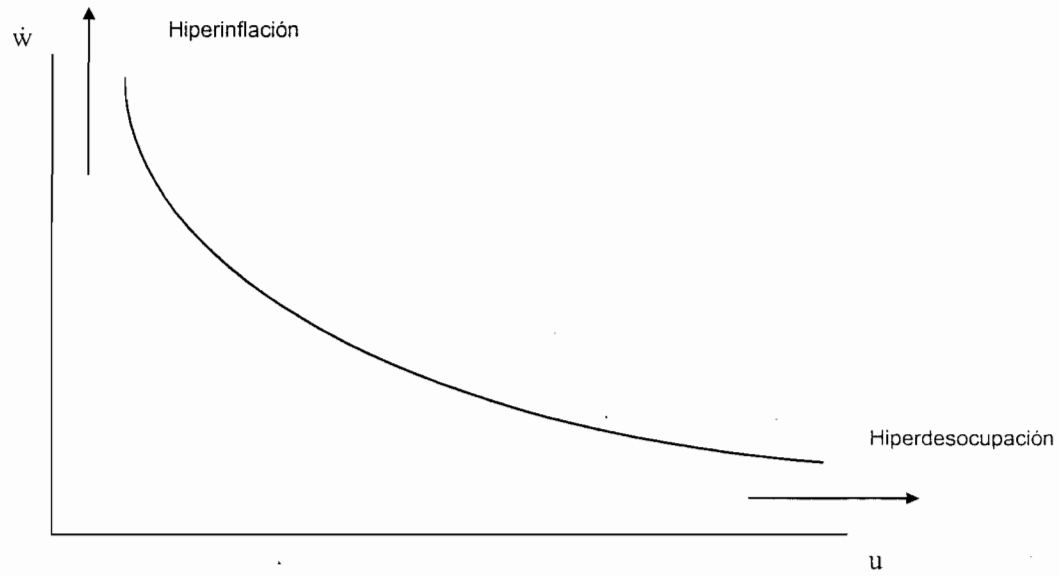
La República Argentina aplica en forma sistemática planes de *estabilización.* El de 1966 a 1969 concluye en un fuerte desorden social. El plan basado en el *enfoque monetario de la balanza de pagos*, desde 1976 hasta 1983 también se agota, dejando como resultado la ruptura del pacto social establecido a partir de 1946. Se produce una abultada transferencia de ingresos del salario al capital, un fuerte endeudamiento externo y se coloca en el exterior una masa significativa del ahorro interno. Se sientan así las bases del estancamiento de la economía durante los 80. Se acelera la concentración económica. A partir de 1985 hasta 1989 el plan de estabilización *Austral* no logra superar los limites estructurales de la economía argentina y desemboca en hiperinflación y desórdenes sociales. Finalmente, a partir 1991 se establece el plan de *Convertibilidad* que a las fuertes restricciones fiscales (superávit primario, restricción de las actividades crediticias del Banco Central con relación al Estado y a las entidades financieras), asocia una rígida paridad cambiaria (1-1 con el dólar) y sólo se autoriza la emisión de dinero sobre la base del incremento de divisas. Ésta es la ecuación de la convertibilidad en la que la tasa de cambio de la *base monetaria* representa la oferta de dinero, y la tasa de cambio de las *reservas internacionales* la demanda de dinero. Se incorporan además medidas institucionales sin precedentes en los planes de estabilización. Las privatizaciones, la reforma del Estado, la liberalización comercial, la apertura económica, el desarrollo del mercado de capitales, favorecen la concentración económica. En esta economía concentrada, los sectores que la componen incorporan tecnología, modernizan sus plantas fabriles y acrecientan sus exportaciones. Cabe señalar que las privatizaciones y el cambio de manos de importantes activos empresariales privados superan el 50% de la *inversión extranjera directa* en 1997. El total de la

[23] WORLD BANK, *Knowledge for development*, Oxford University Press, 1999, 96.

inversión externa directa es para el citado año, sólo el 10% del total de la inversión bruta interna fija. Durante 1993-1997, las inversiones en privatizaciones y la que resulta del cambio de manos de activos crece a una tasa del 45% anual. Se registra una fuerte extranjerización de la economía con un aporte muy pequeño de la inversión directa externa en la inversión bruta interna fija. Ésta fue históricamente el motor del desarrollo endógeno, basada en el ahorro interno. Cabe señalar que las privatizaciones y el cambio de manos de activos (sólo el 5% del total de la inversión bruta interna fija) no representan inversiones nuevas que apuntalen el crecimiento. Además el 5% restante se destinó fundamentalmente a ampliar la capacidad de planta de las instalaciones existentes. En definitiva, el desarrollo de las economía no depende crucialmente de la inversión directa externa. Al contrario, este tipo de inversión fue destinado a controlar resortes claves de la economía argentina.

En cuanto a la contención de la inflación juega un rol central la fuerte concentración industrial y comercial. El plan de estabilización se beneficia del proceso concentrador, en particular el comercial: paseos de compra e hipermercados, modalidad esta última que integra a eslabonamientos productivos que favorecen el control de los precios mayoristas y minoristas. Esto no ocurría anteriormente. En los planes anteriores se negociaba el plan de estabilización con más actores, quedando fuera de control los pequeños y medianos comercios que por su ineficiencia relativa eran un componente fuertemente inflacionario. Ahora la negociación se reduce a un número escaso de actores mesoeconómicos. Como contrapartida el plan de estabilización, ante la ausencia de una política de desarrollo industrial y tecnológica, realimenta la hiperdesocupación y la marginación social. A ello se agrega un sustancial incremento de la corrupción y de la inseguridad.

Si se analizan los dos últimos planes de estabilización a través de la denominada curva de Phillips que relaciona la tasa de inflación con el desempleo (con mayor especificidad la *relación* entre los subsistemas financiero y real de la economía) la ocurrencia de hiperinflación y de hiperdesocupación en ambos extremos de la curva, marca una persistente desarticulación entre los subsistemas real y financiero, producto de la ausencia de políticas y estrategias de desarrollo.



$\dot{w}$ = tasa de variación de los salarios nominales unitarios;

u = tasa de desempleo.

La ausencia explícita de las políticas de desarrollo se observa en el modelo que formaliza el plan de convertibilidad. Se trata de un modelo en el que el crecimiento es exógeno. En consecuencia, cambios bruscos en las variables de estabilización sacan del equilibrio temporal al sistema económico, sin posibilidad de acudir a políticas de crecimiento y desarrollo para que el sistema evolucione en un sendero armónico. El equilibrio a través del endeudamiento externo tiene limites internos y externos. En este punto se hace necesario acoplar un plan de desarrollo concertando las medidas de estabilización que compatibilicen el largo plazo con el corto plazo, la estabilización con el desarrollo.

➢ *Competitividad sistémica:*

La competitividad sistémica de la economía no mejora Si tomamos el indicador costo laboral unitario observamos que las medidas adoptadas no condujeron a un genuino incremento de la productividad. En efecto:

$$CLU = \hat{w} - \hat{X}/L$$

donde:

CLU = costo laboral unitario;

X = producto bruto interno;

L = personal ocupado;

$\hat{w}$ = tasa de crecimiento de los salarios unitarios nominales;

$\hat{X}/L$ = tasa de crecimiento de la productividad laboral.

En los primeros ocho años de la convertibilidad se dieron las siguientes situaciones, centradas en la productividad laboral:

- Crecimiento de la producción, X, con igual cantidad de obreros ocupados, L. Incremento genuino de la productividad laboral.
- Crecimiento de la producción, X, con desocupación. Los obreros ocupados, L, disminuyen por un impacto combinado de los despidos (racionalización) y de un cambio técnico reducido. Éste es irregular, parcial, en un contexto donde no predomina el desarrollo tecnológico endógeno. Incremento no genuino de la productividad laboral con superexplotación de la fuerza de trabajo.
- La producción de X es constante o declinante con fuertes incrementos en la desocupación. Los obreros ocupados, L, declinan por efectos de crecientes medidas de racionalización del trabajo. Crecimiento irregular de la productividad laboral por sectores. Incremento no genuino de la productividad laboral con

superexplotación de la fuerza de trabajo.

- El crecimiento de la productividad laboral se estanca, debido a la ausencia de políticas genuinas de incremento de productividad, basadas en el cambio técnico. Se acude a la disminución salarial, w. Ello ocurre abiertamente desde el año 2000. Aumenta la desocupación y explotación de la fuerza de trabajo.

La falta de *competitividad sistémica* de la economía Argentina para el período 1991-1997 se observa en el siguiente cuadro:

Evolución del Comercio Exterior Argentino
1991 - 1997

TIPO DE BIEN	IMPORTACIÓN		EXPORTACIÓN		TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO	
	1991	1997	1991	1997		
	u$s/k	u$s/k	u$s/k	u$s/k	Importación	Exportación
A: Consumo no Durable	1,85	2,59	0,92	1,08	5,77	2,71
B: Consumo Durable	7,90	5,71	4,07	5,85	-5,27	6,23
C: Combustibles	0,13	0,22	0,16	0,14	9,16	-2,20
D: Intermedios sin Proceso	0,35	0,25	0,16	0,17	-5,45	1,02
E: de Capital	15,02	14,22	11,17	10,08	-0,91	-1,69
F: Transporte	6,65	7,5	2,42	7,93	2,02	21,87
G: Intermedios con Proceso	0,60	0,71	0,33	0,45	2,85	5,31
Total	***0,83***	***1,33***	***0,31***	***0,38***	***8,17***	***3,45***

Fuente: *Banco de Datos del Comercio Exterior Argentino: 1986-1999.*

El *escaso* valor de nuestras exportaciones comparado con el de las importaciones señala la fragilidad de la economía Argentina[24]. Además, las tasas de crecimiento por tipo de bienes muestran la naturaleza regresiva del plan de convertibilidad. Un caso líder es el de los combustibles. El valor por kilo de gas para la petroquímica (año 1997) es de aproximadamente $0,18. El eslabonamiento petroquímico indica que si se exportasen bienes finales el valor sería de $60. Se deja de percibir ingresos por una cifra que supera el 300%. También es elevada la cantidad de empleo que se pierde. Ello revela que la ausencia de inversiones innovadoras que completen los eslabonamientos, incide en la baja competitividad de la Argentina. Otro caso significativo es en el área de la computación: los pocos equipos que se ensamblan y exportan al exterior se valúan en $124 el kilo.

Estructuralmente la *balanza comercial* muestra severas deficiencias que no se corrigen con políticas de promoción de exportaciones de corto plazo: ellas son necesarias, pero no suficientes. En este terreno, las devaluaciones no sostienen en el tiempo la competitividad. Si cada producto que se exporta con bajo nivel agregado da lugar a nuevas líneas exportables como resultado de las transformaciones industriales sucesivas con fuerte contenido tecnológico, no sólo se obtendrá mayor valor agregado y empleo, sino que la mayor competitividad resultante sostendrá una posición cambiaria compatible con la moneda externa dominante. Esto sólo se alcanzaría con específicas estrategias de desarrollo que cambien el perfil productivo nacional, provincial, regional y local.

[24] Banco de Datos del Comercio Exterior Argentino: 1986-1999, *Programa de Desarrollo Nacional-Regional de la República Argentina*, 2001.

Si se compara la evolución de la productividad en la economía Argentina con relación a la de USA se observa un notable incremento de la productividad en esta última. En la década del 90, el veloz crecimiento de la productividad en USA hace declinar el costo laboral. La producción por hora en los sectores no agrícola alcanzan al 5% anual. En ello incide la fuerte inversión en industrias de tecnología avanzada, cuyos beneficios se expanden a otros sectores. Todo esto hace crecer sostenidamente el producto neto y la productividad de los factores para la economía en su conjunto. El incremento salarial (4,7%) es menor que el de la productividad laboral. En consecuencia cae el costo laboral (0,4%). Se frena la inflación, aumenta la competitividad, crece la inversión y el consumo, generando un nuevo círculo virtuoso de crecimiento. La dinámica del reemplazo de la mano de obra por efecto del progreso técnico, más que se compensa por las nuevas oportunidades de empleo que demandan las nuevas industrias y servicios que originan las industrias de tecnología avanzada. También incide la mayor actividad de los sectores industriales tradicionales. La tasa de desempleo del 4% ocurre en un contexto dominado por la revolución científico- tecnológica, factor que supuestamente incrementa el desempleo en un primer momento. Ello no ocurre porque las estrategias económicas, sociales, científico-tecnológicas, institucionales, territoriales coevolucionan, fortaleciendo el ritmo de crecimiento y ocupación..

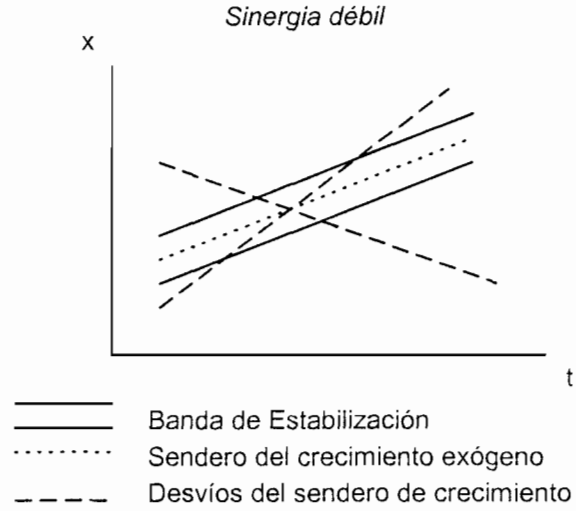
- *Relación ciclo-desarrollo:*

La interpretación sobre la relación ciclo-desarrollo de la corriente neoclásica en su versión ortodoxa, y de demanda efectiva tradicional, es la autonomía de ambos.

CICLO / CRECIMIENTO
Autonomía

Mercados ⟷ DESARROLLO ESTABILIZACIÓN ⟷ $\frac{U\$S}{\$} = 1$

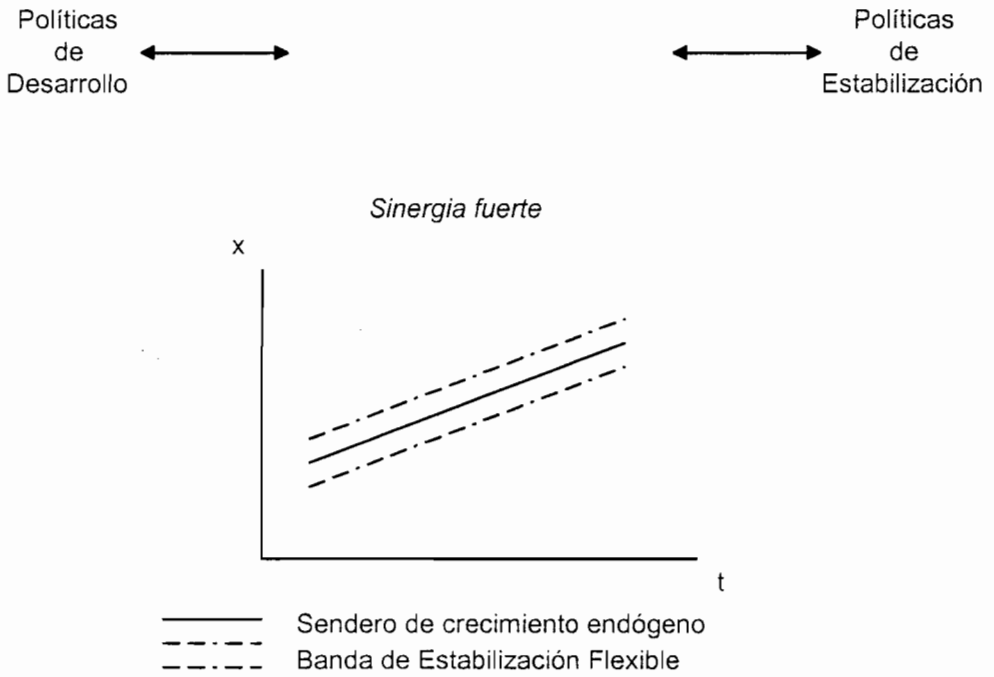
$\Delta BM = \Delta R$



Los modelos de estabilización con crecimiento exógeno disocian el desarrollo de la estabilización. En el caso del desarrollo, el sendero de crecimiento debiera reflejar los cambios estructurales de la economía. Las tasa de crecimiento en este tipo de modelos no lo reflejan. Son proyecciones a tasa constante de la economía (estado estable) que no reflejan la realidad. Como la banda de estabilización se determina previamente, cualquier desvío de la tasa de crecimiento no se puede corregir, dado que no se toman en cuenta las estrategias de desarrollo. Entre otras, la dinámica del desarrollo regional-local, asociada al desarrollo científico-tecnológico e institucional, se hallan ausentes. El supuesto funcionamiento de mercados perfectos no da respuestas adecuadas en este terreno. La débil interdependencia entre ambos conjuntos, reduce la sinergia entre los mismos.

En cambio, la corriente heterodoxa neoclásica y mayoritariamente la corriente clásica-demanda efectiva sostienen la interdependencia del ciclo y el desarrollo.

CRECIMIENTO CICLICO
Interdependencia



Los modelos de crecimiento cíclico, más allá de las diferencias que existen en los programas de investigación clásico-demanda efectiva y neoclásico heterodoxo, comparten el principio de crecimiento cíclico. En este caso desarrollo y la estabilización son interdependientes. El proceso sinérgico es elevado. En la visión de la corriente clásica-demanda efectiva se elaboran simultáneamente las políticas correspondientes a ambos conjuntos. En consecuencia la sociedad acuerda, a través de sus representantes, políticas de estado que establecen un sendero de desarrollo endógeno con cambio estructural. La banda de estabilización flexible sirve a estos propósitos.

La visión optimista por parte de ciertos círculos neoliberales de la extinción del ciclo como resultado de la actual revolución científico- tecnológica, resulta equivocada. En la actualidad la recesión en USA se mantiene no obstante la abrupta caída de la tasa de interés que se reduce a menos del 2%. Los quebrantos y los bajos resultados en muchas industrias de tecnología avanzada, la saturación de las inversiones en bienes de capital e intermedios en el resto de la economía y la saturación del consumo, acentúan la recesión. A su vez las industrias de tecnología avanzada liquidan inventarios, ante la disminución de las ventas. Ello afecta al proceso de innovación que en alta proporción depende de la intensificación del proceso productivo, social y cultural. La atenuación del ciclo dependerá de la fuerte complementación de los sectores de la economía norteamericana, en particular la industria y el agro. Sus productividades evolucionan en forma similar.

El caso argentino, enmarcado en la no-interdependencia de la relación

ciclo/crecimiento, debe cambiar a otra estrategia enmarcada en el crecimiento cíclico. El problema no es debatir la estabilización como tal. Sí se debe debatir un plan de estabilización consistente con las estrategias de desarrollo. Las políticas monetarias, fiscales y cambiarias deben atender los procesos reales de crecimiento y desarrollo de la Nación.

La política *monetaria* debe recuperar su rol de fomento de las actividades económicas, la promoción de inversiones, en particular las innovadoras. Las restricciones que se imponen al Banco Central no permiten corregir las desestabilizaciones que las perturbaciones cíclicas y estructurales generan al sendero de crecimiento y desarrollo de la economía. Los errores de emisión descontrolada del pasado generados por errores de diagnóstico (no tenían en cuenta los profundos desajustes estructurales) no se repetirán si se administra una política monetaria pasiva que regule la oferta y demanda de dinero.

La política *cambiaria* debe recuperar la función de ajuste de precios interno-externo. La sobrevaluación, resultante de la paridad cambiaria fija, como la devaluación unilateral de períodos precedentes, son las dos caras de un mismo problema: el desajuste estructural de la economía que no es resuelto por las dos posiciones extremas, de fuerte contenido ideológico. Establecer una nueva paridad, con flotabilidad cambiaria, exige compatibilizar tal paridad con las restantes variables de estabilización y desarrollo. La devaluación unilateral puede provocar aún mayores desórdenes. La persistencia del desajuste estructural conduce a desequilibrios hacia arriba o hacia abajo con relación a la correcta posición cambiaria (reflejo de la armonía de precios externos e internos). En un trabajo econométrico[25] sobre la balanza comercial de la República Argentina se pone de relieve la complejidad implícita en la política cambiaria. En un contexto donde predominan las relaciones centro- periferia, la devaluación no garantiza mayor competitividad por razones estructurales. En el caso del agro, los beneficios de la devaluación no son percibidos en su totalidad por los productores del complejo agroindustrial, sino por el sector financiero- comercial. Tampoco es homogénea la respuesta de las diferentes ramas de la producción, lo que obliga a la adopción de otras medidas económicas para mantener una posición cambiaria unificada. Las diferentes elasticidades precio-ingreso que caracterizan a los modelos de tipo centro- periferia, revelan las diferencias estructurales en el comercio internacional. Ellos agudizan y aceleran los desajustes cambiarios. En el caso de la devaluación, ésta que incide en la elevada inflación perjudica a los salarios (pérdida del poder de compra), y a sectores de la economía por fallas estructurales. La sobrevaluación, como en el caso del plan de convertibilidad en la Argentina ataca también al asalariado (elevada desocupación y marginación) y a la economía en su conjunto (paralización productiva y pérdida de competitividad). La política cambiaría, como señalamos antes, debe tener en cuenta los cambios estructurales que registra la balanza comercial, como reflejo de las estrategias de desarrollo.

La política *fiscal* es la más afectada porque es guiada por un enfoque unilateral de la inflación y una visión contable del desequilibrio fiscal. La inflación, desde este punto de vista, se origina en desequilibrios fiscales- monetarios y no tiene en cuenta al motor esencial de la misma: el desajuste estructural de la producción-ingresos-demanda. La visión contable del desequilibrio desatiende el carácter instrumental de la política fiscal para promover el desarrollo, con lo que realimenta un círculo vicioso de subdesarrollo. Éste se perpetua por los efectos de

[25] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Un modelo econométrico del sector externo de la República Argentina*, Económica N°3, UNLP, Septiembre - Diciembre de 1980.

histérisis que desencadenan tales medidas. En consecuencia, la ecuación fiscal refleja una acentuada aceleración de tales desequilibrios.

Los *ingresos impositivos*, componente central del total de ingresos de la ecuación fiscal, se basan en una concepción regresiva de la imposición. En este caso no siempre el capital responde con más inversiones a los beneficios impositivos que se establecen. En cambio, el consumidor siempre resulta perjudicado con un sistema impositivo regresivo.

Un factor esencial en la determinación de los ingresos es la *evasión fiscal.* Esta alcanza niveles muy elevados en la República Argentina. Se estima en un 40% de la recaudación total de la Dirección General Impositiva, Aduana y Sistema de Previsión Social. La evasión varía según las fuentes y el tipo de imposición. Ellas permitirían cubrir las obligaciones del país estimadas para el 2002 en 20.000 millones de dólares. La estimación econométrica de evasión fiscal tributaria es de 10.000 millones anuales. Alcanza en promedio al 33% anual de la recaudación tributaria y al 3.4% promedio del producto bruto interno[26]. En este sentido gravita la ineficiencia de la administración tributaria que dispone de un sistema de información obsoleto, en particular con relación a los padrones de contribuyentes, la ausencia de métodos modernos de fiscalización y la carencia de recursos profesionales altamente calificados para controlar a los grandes contribuyentes.

La totalidad de los recursos fiscales (ingresos tributarios y no tributarios) se establecen para solventar los gastos que la sociedad demanda para el desarrollo de infraestructura, en particular las no privatizadas y de bienes sociales como salud, educación, vivienda, conocimiento científico-tecnológico, información, investigación y desarrollo, cultura, justicia, defensa, seguridad. Una mayor asignación de los recursos a bienes sociales, acelerará las externalidades positivas que los mismos desatan. Las externalidades positivas impulsoras del desarrollo son internalizadas por la sociedad a través de los diferentes actores: empresas productoras de bienes y servicios y los ciudadanos. La calidad, diversidad y absorción de tales externalidades son estratégicas para alcanzar un desarrollo sustentable.

La creación y asignación eficiente de los recursos fiscales es uno de los pilares del desarrollo en USA. Este país muestra un crecimiento prolongado, apuntalado por las *industrias de tecnología avanzada* que exhiben tasas de crecimiento que más que duplican la de otras actividades manufactureras y que fortalecen, con su reciente incorporación, el índice bursátil Dow Jones. Las industrias de tecnología avanzada producen fuertes externalidades positivas a partir de la elevada utilización de insumos del conocimiento científico- tecnológico. En efecto, el conocimiento transformado en desarrollo tecnológico e innovación, conforman una secuencia productora de externalidades positivas. Esto es acompañado por una fuerte difusión de los productos que generan las industrias de tecnología avanzada al resto del sistema productivo- social Se expanden así, los efectos multiplicadores de las externalidades. Acá juega un papel central, el proceso de creación y asignación de recursos para generar conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación. También lo hace la puesta en marcha de mecanismos institucionales, económicos, sociales y culturales que facilitan el desarrollo social. En este contexto, la *imposición* con equidad y progresividad, en función del grado de aprovechamiento de las externalidades positivas, es simplemente el pago de tales

[26] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *La regionalización fiscal en la Provincia de Buenos Aires*, en edición,1999.

externalidades. La distorsión de este proceso transforma en carga, en la mayoría de los casos injusta e inequitativa, a la imposición. En consecuencia, si la imposición sólo es una carga para pagar ineficacia, endeudamiento y una baja y errática provisión-producción de externalidades generadas por los bienes públicos, se distorsiona la finalidad de dicha imposición así como sus principios de progresividad y equidad social.

Del lado del *gasto*, el Estado administra los bienes públicos más significativos. La producción de los bienes y servicios puede privatizarse, no así la responsabilidad de provisión que queda a cargo del Estado. Los bienes y servicios son en su mayoría bienes públicos, portadores de elevadas externalidades como los relacionados con los productos del conocimiento que son insumos básicos para la actividad productiva y social.

Tiebout[27] en su tratamiento sobre los bienes públicos locales, y en otro trabajo realizado en colaboración, resalta el rol de los bienes públicos en la *delimitación* de jurisdicciones. Esta ligazón es impulsada por un tercer trabajo que el autor realiza sobre la *modelización* macroeconómica de la economía regional[28]. En este caso se operacionaliza el concepto de *base económica regional.* Las regiones facilitan la internalización de las externalidades que generan los bienes y servicios públicos localizados en cada región. También se aprovechan las *economías de escala* para la producción de tales bienes dado que las regiones absorben diversas jurisdicciones locales que no encuentran restricciones de economías de escala y de variedad en este espacio regional. El denominado modelo Tiebout respecto de los bienes públicos locales hace hincapié en los que son bienes públicos provistos en el ámbito local. En este caso los individuos optimizan sus preferencias al mejorar la relación entre impuestos y servicios que se corresponden con sus preferencias de movimientos entre áreas locales. Se dispone así de recursos y de una mejor financiación para la provisión más eficiente de los bienes públicos locales. Todo ello favorece el crecimiento del bienestar material, social y cultural de los ciudadanos que viven en la comunidad local. Estas ventajas se expanden con menores restricciones al espacio regional que atiende con más eficacia el desarrollo de externalidades positivas y de economías de escala y variedad.

Los conceptos reseñados ponen en evidencia otra de las inconsistencias del modelo de estabilización argentino que durante 10 años no contempló la desarticulación creciente de la ecuación fiscal en el ámbito provincial y regional. El desorden fiscal y el estancamiento económico han reducido la capacidad endógena de crecimiento y desarrollo. Las restricciones presupuestarias discrecionales sobre la producción- provisión de los bienes públicos estratégicos para el desarrollo se contradicen la mayoría de las veces con las conclusiones a la que arriban los modelos de desarrollo y crecimiento de todos los programas de investigación económica. En efecto, los motores del crecimiento y del desarrollo se centran en la ciencia, la tecnología, la innovación y el desarrollo de la infraestructura social. La reducción del gasto público y privado en tales items, desata un círculo vicioso de des- acumulación del capital lo cual resta capacidad de ingresos fiscales al sistema económico.

Las inconsistencias teóricas sobre los ingresos y la discrecionalidad sobre los recortes en el gasto, profundizan el círculo vicioso al impulsar la corrupción, colusión y la presencia de free riders (polizontes, parásitos que se apropian de las

[27] TIEBOUT, Charles M., *A pure theory of local expenditures,* Journal of Political Economy, Vol. 64, October 1956.

[28] TIEBOUT, Charles M., *Exports and regional economic growth,* Journal of Political Economy, Vol. 64, April, 1956.

externalidades y beneficios de otras actividades eludiendo su pago). En consecuencia, tanto en el ámbito nacional, provincial como local, el balance entre ingresos y gastos deberá concretarse con un mayor control social de los recursos y la mayor responsabilidad que asumen las respectivas administraciones. Asimismo el nivel superior del gobierno federal, provincial, municipal, deberá priorizar el desarrollo, y ser más eficiente, en particular mejorando la progresividad impositiva, reduciendo la evasión fiscal y optimizando las transferencias en función de los resultados económicos y sociales esperados en el ámbito regional, local.

El *endeudamiento* en el modelo de estabilización reduce la fuente de financiamiento a las divisas externas. Los ingresos y los gastos públicos corrientes más los intereses internos y externos de la deuda, que conforman el denominado *déficit operativo,* se financian con diferentes tipos de endeudamiento, entre los que se destacan la deuda interna, la deuda externa y los mecanismos cambiarios y monetarios. En nuestro país la política de estabilización centrada en una paridad cambiaria fija y en la ecuación de la convertibilidad, limitó las fuentes de financiamiento a la deuda externa. El crecimiento acelerado del endeudamiento coloca al país en cesación de pagos, que para evitarlo se endeuda aún más y acepta la emisión de pseudomonedas provinciales y federal. Su descontrol es una fuente potencial de inflación.

Otro aspecto relevante es que la función de estabilización que reúne a las políticas fiscal, monetaria y cambiaria, es de incumbencia directa del gobierno nacional. Ello no implica que deban omitirse los impactos de las políticas de estabilización en el ámbito regional, y que por vía de la descentralización fiscal se lleven a cabo procesos de autonomía para la percepción de impuestos y la realización de gastos en los demás niveles de gobierno: provincial y municipal. El problema es que el desconocimiento de la base económica regional, de la dinámica intermedia que impulsan los complejos de actividad y la naturaleza del ciclo económico que se asocia a cada sistema productivo regional, causan errores en las decisiones que toman los gobiernos nacional-provincial-municipal. En consecuencia las políticas de estabilización deben tomar en cuenta la dimensión regional[29]. La identificación de las repercusiones regionales generadas por las políticas de estabilización demanda una mejor función de coordinación.

En síntesis, la insolvencia y falta de credibilidad del modelo de convertibilidad se aceewcienta por lo siguiente:

1. La supresión de las políticas coyunturales (monetaria, cambiaria, fiscal y comercial) por reglas administrativas generaron rigideces con efectos negativos sobre la producción, la demanda, los ingresos y el empleo.
2. La paridad cambiaria fija y las medidas de competitividad que la acompañan, centradas en la reducción de costos funcionales, no facilitan la reducción de los costos estructurales. En consecuencia se perpetúa la pérdida de competitividad en los mercados.
3. El objetivo central del desarrollo basado en los derechos y la adquisición plena de capacidades por los ciudadanos, no se tiene en cuenta en las reglas administrativas de estabilización. Ello conspira contra el mayor bienestar de la sociedad.

[29] OLIVERA, Julio H. G., *Política monetaria y economía regional*, Ámbito Financiero, 6 de septiembre de 1979.

4. COMPATIBILIZACIÓN DE LOS MODELOS DE DESARROLLO Y DE ESTABILIZACIÓN

Los tres tipos de modelos sintetizados: modelos mundiales, de desarrollo y de estabilización, elaborados por los dos programas de investigación en que se ha agrupado el pensamiento económico, se evalúan a continuación.

En el caso del *programa de investigación neoclásico* se observan distintos tipos de inconsistencias:

1) La *hipótesis de convergencia* no se constata empíricamente. El modelo mundial que recomienda restricciones en el crecimiento no es consistente con un desarrollo con equidad a escala mundial. Tampoco lo facilitan los supuestos sobre rendimientos constantes, mercados e información perfecta. La economía real se comporta en forma ajena a estos supuestos extremos, y la conclusión teórica de los modelos neoclásicos no se confirma en la vida real. Corresponde señalar que los modelos de crecimiento endógeno neoclásicos, al reconocer la existencia de rendimientos crecientes que se asocian a mercados imperfectos, reconocen la posibilidad de divergencia en el crecimiento económico de las naciones. Asimismo se aproximan al crecimiento cíclico. En este caso no es independiente el ciclo respecto de la tendencia. Las políticas de estabilización deberán establecerse en términos del sendero de crecimiento de la economía. Esto no ocurre con los modelos ortodoxos. Aquí los modelos de estabilización, al disociar la estabilización del crecimiento que aparece como variable exógena, entran en conflicto con los modelos neoclásicos de crecimiento endógeno, los que sí aceptan en forma restrictiva el ejercicio de políticas relacionadas con la infraestructura y la ciencia y la tecnología. Los modelos de estabilización neoclásicos ortodoxos aplicados en los países subdesarrollados han incrementado las divergencias entre países aumentado su endeudamiento, y con resultados sociales en los que domina la creciente desigualdad en la distribución de los ingresos y la exclusión social.

2) La teoría neoclásica propone en su conocido teorema sobre la *distribución de ingresos* que tal distribución es endógena al sistema: trabajadores y capitalistas son pagados en función de la respectiva productividad marginal. Sin embargo con relación al crecimiento y la estabilización sostienen que primero se crece, y luego se distribuyen los frutos de tal crecimiento. Este efecto de *derrame* es una propuesta ad-hoc en términos de la teoría, inconsistente con los supuestos esenciales de la misma.

3) Los procesos dinámicos de la economía no encuentran respuesta en términos del análisis del *cambio estructural*. En primer lugar el análisis estático de los equilibrios, en particular el fiscal se reduce a la descripción contable de hechos que no encuentran explicación en términos de crecimiento. Sólo se postula que el crecimiento queda librado a los mercados. Éstos pierden su carácter histórico e institucional y se transforman en una referencia abstracta, mítica, con relación a su comportamiento real. Los mercados, por el contrario, son el resultado de procesos de construcción que llevan a cabo todos los operadores económicos. Sus cambios en la estructura, localización y contexto institucional en que operan, como resultado de los cambios estructurales, no se analizan.

4) Los procesos de *transición* del subdesarrollo al desarrollo no son tenidos en

cuenta. El alcance de una mayor productividad y competitividad que a su vez facilite la convergencia de las economías, es un proceso arduo. Aún en los modelos neoclásicos de crecimiento endógeno, que reconocen rendimientos crecientes en sentido amplio, no se aborda la naturaleza multidimensional de las relaciones centro- periferia y del cambio social e institucional.

5) No se tienen en cuenta los procesos de *histérisis* en el que las medidas de corto plazo arrastran consecuencias irreversibles en la evolución de la vida económica-social. En particular la disociación de los modelos de desarrollo de los de estabilización impide adoptar medidas de corrección, ante las consecuencias negativas de medidas económicas que desatan procesos de histérisis negativa.

6) El mundo no lineal, pleno de incertidumbre y de situaciones al borde del caos, que caracteriza a la economía, se halla ausente en estos modelos. Aquí las *expectativas racionales* de los agentes económicos dejan de lado todos los defectos y contradicciones del mundo real, así como los cambios estructurales que ocurren en la vida real. Se proyectan tendencias en el que se afirma un futuro con pleno empleo y elevada calidad de vida.

7) Las demandas de innovación, de capital humano, de desarrollo de la infraestructura que son recomendadas acorde a las conclusiones de la teoría del crecimiento endógeno neoclásico, no se implementan. Ello muestra serias divergencias entre la ortodoxia y la teoría del crecimiento endógeno, ambas de filiación neoclásica.

8) La aplicación de estos modelos en forma ortodoxa que suponen el pleno empleo y la plena capacidad utilizada de los recursos, ha originado fuertes iniquidades, desempleo y marginación social. En consecuencia no facilita el desarrollo del *capital social* que sobre la base de redes institucionales y la solidaridad y confianza entre los ciudadanos, incrementa la cohesión social.

9) La falta de aceptación de políticas económicas para su superación acentúa los desequilibrios actuales. Éstos no se corrigen automáticamente como lo postula el pensamiento neoclásico ortodoxo.

10) La desconexión entre los factores económicos, sociales, tecnológicos, institucionales, políticos y culturales, elimina el análisis de la *co-evolución* de estas variables, base del enfoque multidimensional que demanda el sistema social.

Las deficiencias más relevantes del programa de investigación *clásico-demanda efectiva* son:

1. El tema de la *convergencia* no se halla resuelto con claridad. La solución en estos modelos implica desequilibrios, inestabilidades. En consecuencia es necesario llevar a cabo políticas para la corrección de las divergencias entre regiones y naciones. En este contexto son imprecisas las medidas, el marco institucional y las herramientas pertinentes para la corrección de los desequilibrios. No se especifica bajo qué condiciones las medidas de política económica serán eficaces.

2. La heterogeneidad de modelos que forman esta corriente. Los modelos son el resultado de diferencias conceptuales en la constitución de las diversas corrientes que la integran, Aunque los puntos de partida esenciales son comunes, tal heterogeneidad perjudica el proceso evolutivo de esta corriente.

3. El escaso desarrollo de los modelos de estabilización y la necesaria coherencia que éstos debieran mantener con los modelos de desarrollo. La falta de formulación de modelos de desarrollo, junto con la aplicación empírica de modelos de estabilización neoclásicos, han conducido a fracasos a algunos gobiernos de países desarrollados y subdesarrollados. Ello implica incoherencia teórica, pérdida de credibilidad política, y en el plano real la obtención de resultados magros o negativos.
4. Se ha llegado a reconocer que los modelos de estabilización neoclásicos son únicos, y por lo tanto neutros frente a los diferentes modelos de desarrollo. Sería indiferente su aplicación a la economía real, sea ésta dominada por el pensamiento neoclásico o clásico-demanda efectiva. Esta indefinición ha opacado los resultados teóricos alcanzados por los modelos de desarrollo de la corriente clásica- demanda efectiva al que supuestamente adhieren las corrientes políticas progresistas. La insuficiencia teórica en la elaboración de los planes de estabilización constituye su mayor falencia teórica. Ello fortalece la contradicción de los denominados gobiernos progresistas que aplican políticas conservadoras. Se arriba así a comportamientos oportunistas y al ejercicio del doble discurso. Esta degradación ética abre el camino para la corrupción intelectual y material.

La implementación desde 1966 de modelos de corto plazo de definido corte neoclásico, con ciertas concesiones en el caso del plan Austral, ha conducido casi sin solución de continuidad, a un empobrecimiento de la economía argentina.

Los *resultados* de la política neoclásica aplicados a países subdesarrollados, en particular Argentina, son entre otros

- Desindustrialización;
- Estancamiento de la economía;
- Déficit fiscal;
- Endeudamiento externo creciente;
- Crecimiento errático (no sustentable);
- Baja inversión en investigación y desarrollo;
- Dependencia tecnológica;
- Declinación en la acumulación del capital humano;
- Segmentación e incompletitud de los mercados;
- Desempleo y exclusión social;
- Inseguridad creciente;
- Corrupción elevada;
- Declinación de la calidad institucional;
- Fragilidad democrática y jurídica;
- Aporte conceptual e ideológico a gobiernos no democráticos, autoritarios;
- Fortalecimiento espacial de las relaciones tipo centro- periferia;
- Declinación de la soberanía.

La breve descripción teórica, su confrontación con el mundo real, la situación económica- social, institucional y cultural de la República Argentina, constituyen el marco conceptual y empírico que enfrentan las estrategias de desarrollo de las industrias de tecnología avanzada. En este terreno debe alertarse respecto de opiniones que no son consistentes con el funcionamiento real de estas industrias. Se afirma que como son actividades en las que predomina el conocimiento y la información, no demandan economías de escala al nivel de la empresa. También que la dotación de capital físico no es relevante y por ende, son fáciles de desarrollar en la Argentina.

Estos errores conceptuales no tienen en cuenta que:

- El conocimiento y la información tienen un costo elevado. Todo atraso en este tipo de inversión genera un proceso de histérisis negativa del que es muy difícil recuperarse en decenas de años. La base científico- tecnológica se ha deteriorado así como la educación básica. El sistema material, social y cultural ha entrado en un proceso de realimentación negativa.
- Las empresas de tecnología avanzada, que en sus comienzos alentaron en el mundo un desarrollo más dinámico de las pymes enfrentan en la actualidad fuertes procesos de concentración nacional y multinacional, agravado por las ausencias de políticas regionales y de desarrollo local.
- Las inversiones en las industrias de tecnología avanzada comprenden las tangibles más las intangibles. El costo de estas últimas es más elevado en los países subdesarrollados. En efecto, se requiere mayor inversión en conocimiento. A ésto se agrega la fuga de recursos humanos calificados por falta de oportunidades de trabajo. En consecuencia se demanda una gran inversión física e intelectual simultáneamente.
- El aprendizaje y la capacitación que permite el desarrollo de este tipo de industrias son deficientes. El aprendizaje es un fenómeno particular para cada sector de actividad, su encapsulamiento en un proceso de industrialización trunca y una frágil presencia de las industrias de tecnología avanzada, reducen las posibilidades del aprendizaje creativo. Son escasas las instituciones que llevan adelante mecanismos agilizadores de transferencia de tecnología y mecanismos de vinculación entre las universidades- centros de investigación y empresas productivas. La Argentina muestra barreras en este terreno que se han desarrollado a lo largo de la historia, y que son difíciles de remover.
- Las estrategias de desarrollo que no se hallan presentes ni explícita ni implícitamente, conspiran finalmente contra el desarrollo de estas actividades.

5. EVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA MUNDIAL

Hacia 1960-70, en los países desarrollados se constatan los primeros frutos productivos del desarrollo científico-tecnológico acumulado. Ello es resultado de

necesidades latentes de la sociedad y de la propia evolución científico-técnica. Se impulsa el proceso de innovación que alimenta una demanda creciente de nuevos bienes basados en el conocimiento y la información. El proceso de realimentación oferta- demanda se plasma en nuevas actividades industriales con fuertes efectos multiplicadores en la agricultura, la minería y los servicios. Se altera el régimen de acumulación de capital dominante en los países desarrollados. Todo ello es impulsado por las industrias de tecnología avanzada, núcleo central de la denominada "nueva economía". El nuevo *sistema técnico* que se consolida en los países desarrollados determina una fase de transición en la que ocurren fuertes cambios en las relaciones económicas, espaciales, políticas, laborales, institucionales, sociales y culturales. La multidemensionalidad de los cambios estructurales afecta en un primer momento la productividad del sistema capitalista en los países centrales. Ella se estanca por los efectos que producen las barreras que establece la des-estructuración del sistema tradicional, y por el tiempo que demanda al nuevo sistema técnico en consolidarse e integrarse al resto de las actividades productivas.

La des- estructuración del régimen de acumulación de capital vigente hasta los 70, denominado fordista por la escuela francesa de la regulación, produce fuertes desequilibrios en la oferta, ingreso, demanda y en la circulación monetaria. La oferta masiva de bienes determinada por la organización del trabajo taylorista y el sistema técnico impulsado por las industrias de la segunda revolución tecnológica (celulosa, petróleo, petroquímica, química, siderurgia, metalmecánica) se había concretado mediante una ajustada distribución de los ingresos. Se jerarquizó una estructura de demanda, en la que predomina la demanda masiva de bienes estandarizados. Ello es factible por un tipo de relación salarial que disminuyó el desempleo y aumentó el salario real de los trabajadores. El mayor poder de compra facilitó la realización de la oferta por parte de la demanda.

Hacia la década del 70 el régimen de acumulación vigente muestra inflexibilidades operativas en los diversos sectores de la economía. Soporta entonces, una declinación en la productividad que desacelera el crecimiento de la economía. La demanda se restringe por el menor poder de compra de los asalariados, a lo que se agrega una creciente desocupación. En este contexto las industrias de tecnología avanzada alteran la organización productiva y laboral (surge la producción flexible y el obrero polivalente), se originan nuevos bienes, nuevas industrias que satisfacen a una nueva demanda diferenciada, variada. Las innovaciones tecnológicas y organizativas replantean el aprendizaje, en el plano teórico y en la concepción de los procesos de capacitación. Los rendimientos crecientes de escala se generalizan, alcanzando a nuevos sectores. La producción masiva para satisfacer la demanda masiva no desaparece, sino que entra en un proceso sinérgico con las industrias de tecnología avanzada. Ambos regímenes coexisten en un primer momento con interacciones débiles que aumentan el desacople de la relación oferta – ingresos – demanda – dinero. La demanda diferenciada alimentada por las nuevas industrias se vuelve relevante con el mayor poder de compra de ciertos sectores sociales favorecido por una distribución regresiva de los ingresos. Esto afecta en un primer momento al sector fordista de la economía por el creciente desempleo y la pérdida del poder de compra de los restantes asalariados y sectores medios de la sociedad.

En la medida que se intensifican las relaciones interindustriales entre el sector fordista y la nueva economía, los sectores productivos de la segunda revolución tecnológica aumentan su productividad, al convertirse en usuarios intensivos de los bienes y servicios que producen las industrias de tecnología avanzada. Sin embargo la economía no reacciona porque opera en un contexto de

demanda global restringida por la distribución regresiva de ingresos. La economía entra en una fase de *transición*. La duración de todo proceso de transición, como señalara Kaleki, es inversa a los incrementos de productividad laboral. Cuando ésta se acelera disminuye el tiempo de transición, que a su vez demanda la co-evolución de las variables tecnológicas, institucionales y culturales. Los últimos 10 años de la evolución sin precedentes de la economía norteamericana indican que el proceso de transición está dando lugar a un nuevo proceso de acumulación del capital, con un nuevo sistema técnico dominante.

La difusión y realimentación de los complejos de ciencia y tecnología, de industrias de tecnología avanzada, de industrias dinámicas estándar y agroindustrial a partir del nuevo sistema técnico predominante en los países desarrollados, impulsa en la década del 90 un fuerte incremento en la productividad, el empleo, la demanda y en menor medida del salario real. La elevada productividad es impulsada por las industrias de tecnología avanzada. No obstante, aumentan los niveles de pobreza dado que retrocede la distribución de ingresos.

En los países subdesarrollados durante la década de los 80 se acentúa la crisis de desarrollo. En América Latina el estancamiento y el endeudamiento y un creciente desempleo son sus rasgos más significativos. África retrocede aún más, en tanto que en el sudeste asiático un grupo de países (Corea del Sur, Taiwan, Honk Kong, Singapur, Malasia) conforman los nuevos países industrializados. En la década del 90 los países subdesarrollados ajustan sus economías acordes a las demandas del llamado Consenso de Washington (desregulaciones, privatizaciones, apertura comercial, reforma del Estado) que se traduce en la mayoría de los casos en una fuerte desarticulación de la estructura productiva, elevada desocupación, marginalidad, pobreza, distribución de ingresos regresiva y declinación de la demanda.

La nueva relación entre los países desarrollados y los subdesarrollados es aún más crítica. Los enormes segmentos de pobreza y marginalidad y la concentración de ingresos restringen la demanda, al punto que amenazan la interconexión y el desarrollo tecnológico de ambos tipos de producción: la que responde a la economía tradicional y la nueva economía. Ambas demandan una intensa complementariedad para sostener el desarrollo a escala mundial. Esto no ocurre y la actual distribución de ingresos, en su regresividad, acentúa la dicotomía entre los consumidores de los bienes y servicios de ambos tipos de economía. Ello impide la estabilización del sistema económico y social. A ello se suma la crisis política y financiera de las principales instituciones del sistema mundial (FMI, Banco Mundial, etc.).

La expansión de la economía de los países centrales empujada por la revolución científico-técnica ha favorecido la internacionalización de los mercados financieros y del comercio internacional, al tiempo que ha incrementado la circulación del dinero a niveles que no son compatibles con la producción mundial. En cambio, los factores productivos como el capital y la mano de obra no se desplazan en el espacio económico internacional con similar ritmo. En efecto el capital físico se acumula en los países desarrollados, y en baja cantidad en los países subdesarrollados. El capital financiero, altamente especulativo sólo compra activos preexistentes en estos países y a través de nuevas entidades financieras e instrumentos logra altos rendimientos en los débiles mercados de capitales de los países subdesarrollados. En cuanto al recurso humano se desarrolla y concentra en los países desarrollados. La mano de obra no se desplaza, excepto un segmento menor, la más calificada. La tecnología se produce básicamente en los países

desarrollados y su transferencia a los países subdesarrollados no es intensa. Además sólo se transfiere el *saber hacer* (manual de instrucciones) y no el *cómo se hace* (conocimientos). La brecha entre los países desarrollados y subdesarrollados se acentúa.

La economía mundial enfrenta fuertes desequilibrios en la etapa actual de la internacionalización del capital, denominada globalización, cuyo análisis desde sus orígenes, es objeto de profundas investigaciones, entre ellas las llevadas a cabo por Ferrer[30]. El llamado fenómeno de la *globalización* se caracteriza por la profundización de relaciones asimétricas entre países desarrollados y subdesarrollados.

En el contexto actual de evolución de la economía mundial, la *convergencia* entre los países desarrollados y subdesarrollados que preconiza el pensamiento neoclásico no se cumple. Además, los tests econométricos llevados a cabo en universidades y centros de investigación internacionales, más allá de los errores que denuncian, sólo confirman resultados de convergencia para algunas regiones de países desarrollados. En este caso, la convergencia entre zonas ricas y pobres (caso Italia y diversas regiones de la Comunidad Europea) son el resultado de las explícitas políticas de desarrollo que se llevan a cabo en diversos países y regiones, lo que contradice las conclusiones teóricas del modelo neoclásico ortodoxo que descalifica las políticas económicas por ineficaces

La *divergencia* se ha profundizado en la actualidad, a partir de la difusión de las innovaciones desatadas por la actual revolución científico- técnica. En otras palabras, los beneficios de la productividad se han acumulado en los países desarrollados. La convergencia entre los países desarrollados y subdesarrollados no se constata. En efecto las diferencias se acentúan notablemente. El bajo o nulo desarrollo en la mayoría de los países subdesarrollados se traduce en un elevado analfabetismo, exclusión social, elevada mortalidad infantil, etc. Ello aumenta la incapacidad de ser y hacer de la mayoría de los habitantes. En un momento en que se requiere un desarrollo creciente del conocimiento, en una parte significativa del planeta, la mayoría de los ciudadanos son condenados a ser menos inteligentes. El desarrollo se vuelve más desigual para países que además se hallan altamente endeudados.

La vigencia de un pensamiento económico- social único que no admite críticas logra un resultado sin precedentes: el aumento de la *brecha* en ambos tipos de países. Se agigantan las relaciones centro- periferia, en las que el bienestar sólo llega a segmentos sociales cada vez más reducidos de los países subdesarrollados. Asimismo, se agrava tal relación, porque se reproduce hacia el interior de los mismos.

El programa de investigación *neóclásico,* con sus políticas de estado mínimo, anulación de las políticas económicas por ineficientes, liberalización irrestricta de los intercambios comerciales, se basa en supuestos de racionalidad, mercados e información perfectos que es aceptado en buena medida por el sistema político actual. El debate crítico sobre los resultados alcanzados en los países que adoptan la ortodoxia neoclásica es todavía incipiente en los ámbitos político, gremial, universitario, cultural, social.

[30] FERRER, Aldo, *Historia de la globalización. Orígenes del orden económico mundial*, Fondo de Cultura Económica de Argentina S.A., Buenos Aires, 1996.

CAPÍTULO 3
ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN (I)

La presencia masiva de las industrias de tecnología avanzada en los países desarrollados a partir de la década del 70 impulsa el desarrollo como materia autónoma de la *economía de la innovación*. El marco *teórico* comprende tópicos relacioanados con la *teoría económica*: micro-meso-macroeconomía, dinámica económica, transferencia de tecnología, evaluación de proyectos, política económica, prospectiva; y con la *teoría de la administración*: gestión de la tecnología, aprendizaje organizacional y tecnológico, formación de emprendedores, etc. Además comprende investigaciones sobre la tecnología en el ámbito *contable*: necesidad de una nueva nomenclatura que sobre la base de los *nuevos bienes* optimice la clasificación de las actividades económicas y la *medición* de los denominados capital intelectual y social, a fin de mejorar el sistema de información y la evaluación de los rendimientos. Completan este marco teórico los nuevos enfoques concernientes al *desarrollo local-regional* (parques científico-tecnológicos, parques industriales, incubadoras y las instituciones del sistema nacional-regional de innovación).

El presente capítulo y el siguiente se centran en un análisis descriptivo de los conceptos y relaciones teóricas más relevantes de la denominada economía de la innovación.

Los *conceptos*, si bien no exhaustivos en cuanto a número y tratamiento, son:

- Mesoeconomía;
- Región;
- Complejos de Actividad;
- Eslabonamientos;
- Redes;
- Bienes Públicos;
- Información;
- Instituciones;
- Financiamiento;
- Mercados;
- Historia;
- Sistema;
- Complejidad.

- Innovación;
- Conocimiento;

- Racionalidad Limitada;
- Aprendizaje;
- Ciencia-Tecnología;
- Transferencia de Tecnología;
- Rendimientos Crecientes;
- Externalidades;
- Complementariedad;
- Flexibilidad;
- Productividad Social;
- Competitividad;
- Sistema Nacional de Innovación;
- Parques Científico-Tecnológicos.

Las *relaciones* más significativas formalizadas en *modelos* se expresan en:

- Modelos Tecnológicos;
- Modelos de Prospección Tecnológica.

Los conceptos se ubican unos en el ámbito de la economía del desarrollo, y otros son específicos de la economía de la innovación. Los primeros se desarrollan en este capítulo. Los segundos, junto con las relaciones que se describen más abajo, serán tratados en el próximo capitulo.

1. CONCEPTOS RELEVANTES

Los conceptos que se describen a continuación, comprenden aspectos espaciales, sectoriales y niveles de análisis ligados a la innovación.

1.1. MESOECONOMÍA

La mesoeconomía (meso: intermedio) es un nivel de análisis económico que emerge como resultado de la *complejización* del sistema capitalista en su evolución histórica real. La evolución del sistema muestra cambios estructurales que ahondan la diferenciación entre empresas, regiones, países, al tiempo que emergen nuevas entidades que se consolidan como un nuevo

subsistema[1]. Tal subsistema se ubica entre la micro y la macroeconomía. Con ello se facilita la descripción y la explicación de los cambios estructurales desatados en el espacio y en el tiempo por los actores económicos, resultados que son fruto de la acción estratégica de los actores de la dinámica mesoeconómica.

Los cambios estructurales originados por el progreso tecnológico y organizacional impulsan la concentración económica y financiera, que repercute en la ocupación del espacio económico y en las relaciones de poder en sus dimensiones económica, social, política y cultural. En términos dinámicos alcanza relevancia la denominada *dinámica intermedia* en la que se destacan los actores económicos de la mesoeconomía: corporaciones, sindicatos y organizaciones no gubernamentales, los que inciden en la dinámica global macroeconómica. La dinámica entendida como movimiento y transformación, da paso a nuevas formas organizacionales, entre ellas los complejos y las filières. Los complejos de actividad y filières, en particular los de innovación, desarrollan rendimientos crecientes en sentido amplio. Facilitan el desarrollo de complementariedades tecnológicas y económicas, reducen los costos de transacción, mejoran el uso de la información, la internalización de las externalidades positivas, y la capacitación de los recursos humanos. Todos ellos factores esenciales para la reducción de los *costos estructurales*. Éstos son los que genuinamente incrementan la competitividad de los respectivos complejos de actividad.

La mesoeconomía se centra en el análisis de una oferta concentrada y de una demanda atomizada. Ello conduce a la formación de mercados imperfectos con relación a los bienes finales, en los que se explicita el rol que ejercen los actores productivos en el cambio estructural de la competencia[2]. La concentración y eslabonamientos de actividades facilita el desarrollo de los denominados mercados organizados que dominan las transacciones de bienes intermedios. En consecuencias, las empresas mesoeconómicas lideran el proceso de formación de precios de bienes intermedios y finales (se determinan desde la producción) en un contexto de creciente participación de las mismas en la producción y los mercados. Además se supera el análisis sectorial (éste no da respuesta sobre la dinámica intermedia), se perfecciona el estudio de las interdependencias que exhiben los actores (empresas) así como las de carácter técnico y económico.

La mesoeconomía afecta el funcionamiento de la microeconomía y la macroeconomía. La primera mantiene su relevancia al tener por objetivo la descripción y explicación del comportamiento de los agentes económicos en su individualidad (personas y firmas en el sentido tradicional). No obstante las presencia de éstos operando en mercados supuestamente perfectos es superada por la realidad. Los actores de la mesoeconomía afirman la vigencia de mercados imperfectos, deciden la formación de precios y dan relevancia a comportamientos que no son significativos para la microeconomía tradicional (cooperación, alianzas, segmentación de los mercados, etc.). En cuanto a la macroeconomía, sus políticas son determinadas en buena medida por los actores mesoeconómicos.

---

[1] DE BANDT, Jacques, *Approche méso-économique de la dynamique industrielle*, Revue D'Économie Industrielle, CNRS, París, tercer trimestre, 1989.

[2] ARCHIBUGI, Franco; DELORS, Jacques y HOLLAND Stuart; *El poder mesoeconómico*, en HOLLAND, Stuart (ed.), *La superación de la planificación capitalista*, Oikos-tau S.A., Editores, Barcelona, 1982, pág. 189.

Respecto a la *información*, la mesoeconomía requiere de nuevos tipos de información compatibles con los conceptos enunciados, a fin de mejorar el conocimiento de la estructura productiva y de las decisiones que se adopten en los mercados. Las estadísticas debieran clasificar y medir la creciente gravitación de estas actividades En este contexto la información adquiere carácter estratégico para los mercados.

Asimismo en el nivel mesoeconómico, el análisis de la intensificación de los *eslabonamientos* es esencial para comprender la calidad del desarrollo. Los eslabonamientos débiles, en un espacio regional dado, se deben a la falla de desarrollo endógeno y/o a la acción de las corporaciones multinacionales, cuyas decisiones estratégicas de localización superan los limites de la región. Esto se vincula con relaciones de dominio asimétricas. En este nivel se resalta por un lado la confrontación, y por otro, la cooperación y el desarrollo de alianzas estratégicas, tendientes a reducir la incertidumbre. Asimismo, el accionar de las multinacionales altera los mecanismos de formación de precios en los mercados internacionales. Acá se aprecia un funcionamiento muy dinámico en el mercado de bienes finales, no así en los mercados de bienes intermedios dominados por los precios contables, administrados.

Las estrategias tecnológicas, de integración y cooperación que llevan a cabo las corporaciones modifican drásticamente las estructuras de las empresas, al tiempo que influyen en la determinación de las políticas macroeconómicas. La oferta atomizada cede frente a las estrategias de demanda de las corporaciones. Éstas priorizan su participación en los mercados nacional e internacional. La economía de escala y la especialización facilitan el desarrollo de la competencia oligopólica. Los acuerdos y la fijación de precios tendiente a incrementar la tasa de beneficios, restringen las decisiones del consumidor, el que a su vez soporta una mayor inflación trasladada por las corporaciones a través de las filiales. En consecuencia los países legislan sobre los precios de transferencia de los bienes intermedios, a fin de evitar una suba artificial de los mismos.

La formalización del análisis mesoeconómico es reciente[3]. En el *American Economic Review, Papers and Proceedings*, de mayo de 1992, páginas 365-385, se presentan tres trabajos basados en el enfoque macroeconómico: de Ng. sobre prevención de la depresión, de Shi, sobre el ciclo de negocios, y de Abayasiri-Silva, sobre las funciones agregadas de oferta. El primero se centra en el análisis agregado en el ámbito industrial y de la economía global, del comportamiento óptimo de una firma representativa en un contexto competitivo. Esta interpretación difiere de De Bandt. En el trabajo antes señalado[4] este autor afirma que en un contexto de creciente diferenciación, la firma representativa pierde vigencia. Además de acentuar el tipo de dinámica que es específica de la mesoeconomía, destaca a ésta como el lugar donde los actores económicos operan en un contexto de fuertes interdependencias, con información básica común, saberes comunes y donde la rivalidad/cooperación guía las acciones estratégicas, tanto de producción como de mercados. Al tal efecto se institucionalizan reglas y prácticas específicas. En una línea similar se ubica el trabajo de Torre que destaca los aportes que la mesoeconomía realiza a la base económica regional[5].

---

[3] NG, Yew-Kwang, *Mesoeconomic. A micro-macro anlaysis*, Brighton, UK, Wheatsheaf, 1986.

[4] DE BANDT, Jacques, *Approche méso-économique de la dynamique industrielle,* Revue D'Économie Industrielle, CNRS, París, tercer trimestre, 1989.

[5] TORRE, André, *Mesoanalyse et estructures productives régionales*, en Colette Fourcade (Ed.), *Industries et Régions*, Economica, París, 1986, 55-75.

En el ámbito regional, el análisis mesoeconómico se enriquece con la noción de polos de crecimiento de Perroux[6] y de Boudeville[7]. Estos autores resaltan la significación espacial de los complejos de actividad, ámbito en el que se desarrollan los eslabonamientos, complementariedades económicas y tecnológicas, economías de escala, externalidades, todos ellos factores que acrecientan la competitividad de la base económica regional. En estos polos las industrias motrices impulsan el desarrollo mediante el progreso técnico y las innovaciones. El espacio regional es afectado por el accionar de las empresas multinacionales cuyas decisiones de localización pueden ser contrarias al desarrollo de la región: crecen relaciones de poder asimétricas y cobran una nueva dimensión estratégica las empresas Pymes en el desarrollo de la base económica regional. En este contexto la dimensión mesoanalítica es esencial para representar la complejidad creciente del sistema regional.

1.2. REGIÓN

La *Región*[8] es una institución que revela las formas específicas en que se manifiestan las actividades económicas, sociales, culturales y políticas que son el resultado histórico de la relación hombre-espacio en un cierto territorio. Como proceso (regionalización) describe los cambios y mutaciones que han ocurrido a lo largo del tiempo. La interrelación espacio-tiempo facilita el estudio de las formas de ocupación del espacio que ocurrieron en función del uso que más le convenía y conviene a los sistemas de poder, origen y producto de una formación histórica-social específica. Desde esta perspectiva, los procesos de *acumulación de capital,* para cuya comprensión es esencial conocer las formas de apropiación y uso del excedente económico, son esenciales para describir y explicar el funcionamiento del sistema regional. A ello contribuye la determinación de la *base económica*: conjunto de actividades productivas dinámicas, eslabonadas, integradas y con fuerte presencia exportadora. La localización de las actividades principales de la citada *base* en parques industriales y científico-tecnológicos, es un factor que favorece el desarrollo urbano y la aceleración de las inversiones en especial las innovadoras.

La articulación de la secuencia: teoría-región-política debe preservarse si se pretende que la regionalización resulte un instrumento útil para la toma de decisiones públicas y privadas en el ámbito regional.

La región es estratégica para la formulación y ejecución de las políticas de inversión, en particular las innovadoras las que demandan un fuerte desarrollo institucional, entre ellas la constitución de *oficinas regionales de desarrollo.*

La delimitación de regiones contribuye entonces a la mejor organización de las actividades del hombre y al desarrollo de un sistema de decisiones más eficiente. En este sentido ciertos procesos de decisión enfrentan conflictos de intereses. Tal es el caso de los procesos decisionales jerárquicos que se

---

[6] PERROUX, Francois, *Note sur la notion de pôle de croissance*, Economie appliquée, 1955.

[7] BOUDEVILLE, Jacques R., *Aménagement du territoire et polarisation*, Editions Genin, París, 1972.

[8] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Un modelo de desarrollo regional. Provincia de Buenos Aires,* Ediciones Macchi - Grupo Banco de la Provincia de Buenos Aires, 1996.

intereses. Tal es el caso de los procesos decisionales jerárquicos que se determinan desde "arriba" (administración central) frente a otros que se hallan en la base social, en las raíces de la vida democrática, las decisiones tomadas desde "abajo" (municipios). El espacio territorial es atravesado por decisiones de carácter transnacional, nacional, provincial, regional y municipal. Las discrepancias provocadas por los diferentes procesos decisionales no se resuelven unilateralmente privilegiando unas sobre otras. Las decisiones tomadas por la administración central desconocen con frecuencia las particularidades regionales, locales. Las que toman los municipios no alcanzan para comprender las necesidades regionales. En consecuencia una estrategia eficaz es la convergencia de ambos tipos de decisión a través de interlocutores e instituciones de nivel regional. En particular cobra relevancia la proyección regional de los municipios para el tratamiento de temas comunes desde el punto de vista regional. Si se tiene en cuenta que las regiones se determinan sobre la base de distintos enfoques (macroeconómico, mesoeconómico, sectorial, etc.), se dispondrá de diferentes delimitaciones, las que deberán operar en términos jerárquicos, y en todos los casos (son instrumentos que sirven al cambio estructural), estarán expuestas a su propia transformación en el futuro. La cristalización jurídico-institucional de las regiones que se determinan conspira contra la dinámica del cambio institucional. La delimitación temporal no definitiva de las regiones favorece la elevada participación democrática de los ciudadanos. También se fortalece la descentralización y desconcentración de las actividades y de las decisiones. En este contexto el desarrollo de las instituciones regionales es esencial para cumplimentar el objetivo de cohesión territorial y su dinámica de crecimiento y desarrollo[9]. Asimismo, la compatibilización de los programas de desarrollo-estabilización demanda la constitución de regiones de desarrollo y fiscales.

Las actuales estrategias de desarrollo impulsan mecanismos basados en las exportaciones y el desarrollo interior de la región. Las exportaciones se incrementarán en calidad y cantidad, si se gana en competitividad en los mercados internacionales. El desarrollo interior de una región demanda modificar desde las formas productivas y sociales hasta las conductas y comportamientos tradicionales. Ésta es la dimensión del cambio para el desarrollo.

Una de las estrategias más relevantes que se debe poner en marcha es la dimensión regional no como mera preocupación por las denominadas economías regionales, sino como un enfoque integral de ocupación del territorio nacional. En este sentido se deben identificar regiones, en el ámbito de la nación, hacia el interior de las provincias y su articulación con las diferentes configuraciones regionales del Mercosur. En el contexto de cada región comenzará a cobrar entidad la base económica regional representada por los complejos de actividad que dinamizan el sistema regional por su capacidad exportadora. La región devendrá competitiva, si el tejido productivo regional asimila los frutos de la actual revolución tecnológica y se integra en fuertes eslabonamientos productivos y sociales. Si ello ocurre la intensificación tecnológica será un motor para el empleo y no la causante del desempleo. Éste es el mecanismo que históricamente llevaron a cabo USA y Japón, países que tienen los menores índices de desempleo. Uno de los mayores espacios territoriales, USA y uno de los menores, Japón son ejemplos del cumplimiento eficaz de las estrategias de desarrollo económico, social, tecnológico e

[9] GALE, Stephen y ATKINSON, Michael, *Toward an institutionalist perspective on regional science: an approach via the regionalization question,* Papers of the Regional Science Association, Vol. 47, 1979.

institucional en un contexto regional. La Argentina, por el contrario, con un espacio territorial entre los diez más importantes del mundo, alcanza uno de los peores resultados en cuanto al aprovechamiento de su territorio. Sirvan como ejemplo los índices aproximados del ingreso por habitante que se registran en 1995. El índice medio nacional de 8.000 dólares es el promedio, entre otros, de un valor extremo de más de 21.000 dólares para la ciudad de Buenos Aires, similar al de los países desarrollados, y un mínimo de 3.300 dólares para las 9 provincias del norte argentino. Esta realidad de tipo centro-periferia sólo se corregirá si las específicas estrategias de desarrollo parten de las realidades que exhiben la base económica de cada región. Atender a esta realidad, facilitará en las provincias la recuperación de un auténtico federalismo económico, social, político e institucional.

Desde el punto de vista político-institucional los objetivos y estrategias planteadas demandan nuevos modelos de participación ciudadana. En este sentido la configuración regional de los actores económicos y sociales alcanzará nuevas dimensiones. En consecuencia una estrategia eficaz para el desarrollo económico regional, social e institucional será el resultado de la convergencia de los procesos decisionales a través de la regionalización. Ello permitirá apreciar: con mayor celeridad las transformaciones económicas, sociales, institucionales y culturales que ocurren en el mundo; fortalecer las decisiones de inversión en infraestructura, salud, vivienda y educación, y generar sistemas de información que mejoren el funcionamiento de la producción y de los mercados. Asimismo se logrará una mayor participación de los ciudadanos y se modificará el rol tradicional de los municipios en los que la ejecución del presupuesto local deberá conciliarse con estrategias fiscales regionales y de desarrollo del tejido productivo regional. Acá la cantidad, calidad de las inversiones y el mayor empleo juegan un rol central.

La *creación* y a*signación de recursos* sólo se desarrollará en plenitud si se atiende lo regional, campo en el que se explicitan con claridad los efectos mesoeconómicos de la inversión y el empleo. La intensidad del truncamiento de los complejos productivos regionales, los alcances de su especialización y diversificación por líneas integradas de producción, determinarán las fronteras reales del desarrollo y el crecimiento regional. Todo esto pone de relieve las limitaciones de enfoque de las denominadas economías regionales que excluyen el tratamiento exhaustivo de la dimensión regional, al tiempo que ocultan los mecanismos reales del atraso regional-nacional.

En síntesis, las regiones intermedian entre el sistema de decisiones central y el municipal; favorecen la eficiente descentralización de los servicios públicos y la mejor articulación de las inversiones públicas y privadas y potencian el multiplicador regional de la producción y el empleo. Constituyen asimismo el espacio territorial más apto para el nuevo rol de los municipios que enlazan los tradicionales con los nuevos, relacionados básicamente con la promoción de la inversión y el empleo urbano-regional. Todo esto alienta a la ciudadanía a desarrollar mecanismos de participación que profundizan el desarrollo de la democracia. Se facilita así la correcta compatibilización de las políticas de corto plazo, en particular la fiscal, y las políticas de largo plazo del desarrollo humano. Es el ámbito más relevante para monitorear la eficiencia económica, tecnológica, social e institucional de la administración federal, provincial y municipal.

En el contexto regional se resalta el nuevo rol de los municipios. Ellos deben participar de las futuras estrategias regionales que superen la mera concepción fiscalista. Esta agudiza, a través de la mayor centralización de las

decisiones, la ineficiencia del sistema económico al tiempo que aniquila el federalismo. Desde la perspectiva del desarrollo endógeno sustentable los municipios se integran a la región estableciendo nuevos roles para los intendentes como agentes activos del desarrollo regional. De esta manera se establece entre la administración central provincial y los municipios, a partir de las instituciones, información y técnicas generadas por el proceso de regionalización, un sistema de realimentación y de sinergia que acelera el desarrollo.

Las herramientas conceptuales que se utilizan en el espacio regional cobran gran relevancia en el ámbito del denominado desarrollo local.

El *desarrollo local* se refiere a la dinámica de la sociedad local en la cual el desarrollo económico endógeno juega un rol central. En este proceso se atiende al cambio estructural y a la instalación de una economía diversificada. La generación de sinergias se basa en el desarrollo de recursos humanos, conocimientos explícitos y tácitos, capacidades tecnológicas y organizacionales, la promoción de emprendedores, la construcción de una moderna infraestructura física, la intensificación de las economías de aglomeración, el libre ejercicio de los derechos y la vigencia de instituciones democráticas. Se trata de satisfacer objetivos de *solidaridad* y de *valorización del capital social* (relaciones colectivas articulada en redes, sobre la base de normas, participación y solidaridad). En el ámbito del desarrollo local se trata de reducir el conflicto de intereses entre el desarrollo endógeno y el exógeno de las multinacionales que priorizan sus estrategias de ultraespecialización. También cobra importancia la zonificación como estrategia espacial, y para el óptimo funcionamiento en la producción y distribución de los bienes públicos que administra el municipio. El municipio es, a su vez, el lugar donde los problemas del federalismo fiscal cobran relevancia. Los ciudadanos que pertenecen al ámbito jurisdiccional local buscan una mayor autonomía para satisfacer sus demandas de calidad de vida.

El desarrollo local ha sido impulsado tanto por organismos de investigación como por organismos internacionales[10]. En los países desarrollados, su importancia crece en la actualidad. El desarrollo local es una dimensión estratégica espacial destinada a mejorar el desarrollo de la nación. En los países subdesarrollados suele aparecer como un sustituto de los niveles jurisdiccionales superiores. Esto carece de sentido porque el desarrollo opera en la secuencia de realimentación positiva: - nación – provincia – región - municipio -. En este caso la vigencia de las relaciones centro-periferia que impulsan el desarrollo divergente entre las economías, identifican el carácter dominante o no del ámbito local. Si fuera dominante (centro productor de bienes industriales) impondría relaciones de dominación a otras áreas periféricas. También por su poder financiero y capacidad científico-tecnológica competiría con la periferia en los mercados de bienes primarios e intermedios. Si fuera un área local dominada (adopción de la *especialización sectorial* en la periferia para la producción de materias primas derivadas de recursos renovables y no renovables) soportaría el deterioro de los términos de intercambio. En consecuencia, no se puede separar el estado de situación de cada ámbito local. Éste debe integrarse con las restantes áreas que forman regiones, en las dimensiones provincial-nacional.

[10] OECD, *Networks of enterprises and local development*, Paris, France, 1996.

La relación de centro-periferia también es esencial reconocerla en los procesos de *integración* regional, tal el caso del Mercosur. Ello facilitará la superación de las restricciones antes señaladas. Si en la integración se mantienen inalteradas las relaciones estructurales asimétricas entre países, fracasará la integración o se consolidará una relación económica dependiente. Se plantea entonces el desafío de integrar países y regiones periféricas para compatibilizar sus intereses en un contexto de políticas y estrategias que faciliten la articulación armónica de las respectivas estructuras económicas y sociales a desarrollar. Sólo así podrá tener éxito la integración basada en intercambios *intrarramales*, en particular entre eslabones diferenciados del ciclo productivo de un complejo de actividades. Caso contrario el país o región que se halle en un estado superior de desarrollo frente a otro estancado, tomará ventajas y surgirán efectos desfavorables para este último.

Los desequilibrios mencionados persistirán aún en el caso de países o regiones con desarrollos industriales que acoplen actividades modernas en forma de enclaves a estructuras preexistentes injustas o que imiten a las que operan en los países centrales bajo otras circunstancias históricas y políticas. En tales casos el mercado ampliado resultante de la integración mantendrá consumidores con altos ingresos y demanda excéntrica respecto del sistema regional, y otros en condiciones de marginalidad creciente. En cambio, las transformaciones estructurales en los países y regiones que se integran de manera razonablemente equilibrada, generan un nuevo dinamismo. La mayor flexibilidad estructural que se incorpora al sistema productivo favorece la diferenciación de productos, el desarrollo de otros nuevos destinados a la atención de un perfil de demanda más complejo y también flexible, en función de consumidores que fortalecen los mercados. Ello demanda una más justa distribución de ingresos. En el contexto de los nuevos modelos de desarrollo, los intercambios comerciales se deben facilitar a través de la complementariedad espacial de los complejos de actividad que contribuyen a mejorar el equilibrio regional, el intercambio de insumos, tecnología, capitales y bienes. También favorecen la apertura de los mercados, la armonía entre las actividades internas y externas y los procesos de complementación con los complejos de ciencia y técnica. En cambio el fracaso de los procesos de integración debido a la inserción de mecanismos de modernización superficiales acentúa las distorsiones y los desequilibrios en lugar de corregirlos. Esto sucede además porque no son integrables estructuras productivas desarticuladas que no se modifican y carecen de eficacia para su complementación espacial entre ramas o complejos de actividad. La integración, por el contrario, se facilita tornando atractivas las regiones a integrar, a partir del desarrollo de la infraestructura y la elevada calificación de los recursos humanos.

En términos espaciales se destacan tres conceptos estratégicos interrelacionados: base económica, economías de aglomeración y complejos de actividad.

La *base económica* (conjunto de actividades productivas dinámicas, eslabonadas, integradas, y con fuerte presencia exportadora) conforma el núcleo dinámico en los modelos de Base Exportadora y de Causación Circular y Acumulativa del Capital. La misma ha sido objeto de un amplio tratamiento en un libro anterior[11]. Este concepto, que articula eficientemente la secuencia: *teoría - regiones - política,* fue central para la delimitación de las regiones en la

[11] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Un modelo de desarrollo regional. Provincia de Buenos Aires.* Ediciones Macchi - Grupo Banco de la Provincia de Buenos Aires, 1996.

Provincia de Buenos Aires. La determinación de la base económica facilita la formulación de estrategias de desarrollo.

La determinación de una región demanda, entonces, identificar su base económica, la intensidad del desarrollo industrial, la potencialidad de sus centros urbanos, los recursos tecnológicos y humanos disponibles, e instituciones que faciliten su organización y administración. Ello es esencial para dar coherencia y consistencia al conjunto de políticas regionales que se implementen.

Las *economías de aglomeración* propulsoras del desarrollo local, regional son las siguientes:

- Economías *internas* de escala para actividades similares. Se derivan de las indivisibilidades técnicas que conducen a rendimientos crecientes;
- Economías *externas* pero internas para actividades similares. Se destacan las de l*ocalización* (suministros de servicios técnicos, de obreros calificados, de información, etc.);
- Economías *externas,* para actividades heterogéneas. Entre ellas se encuentran las de *urbanización* (suministro de infraestructura, de servicios públicos, etc.);
- Economías *interindustriales,* que resultan de la intensidad de los eslabonamientos entre grupos de industrias relacionadas.

Como se puede apreciar los conceptos que se describen se hallan intensamente relacionados. Encuentran su localización específica en los denominados complejos de actividad.

1.3. COMPLEJOS DE ACTIVIDAD

Los *complejos* son formas organizativas de las actividades económicas de carácter técnico-institucional, que combinan las actividades a través de eslabonamientos e integración de los aspectos tecnológicos, productivos, comerciales y financieros, y se emplazan en ejes, áreas o centros de desarrollo. Basados en el principio de complementariedad sectorial y espacial, y el aprovechamiento intensivo de las economías de aglomeración, orientan la localización de actividades conexas y facilitan la evaluación de proyectos para todas las actividades del complejo y no para actividades aisladas. Se mejoran así, las economías de información, la división del trabajo, el intercambio de bienes, insumos, tecnología y capital, la integración productiva y la apertura de mercados. Se alcanza así una mayor complementación interindustrial.

Los complejos de actividad son una institución específica de la mesoeconomía. La estructura productiva se visualiza en una dimensión más rica, dado que permite estudiar en profundidad los eslabonamientos productivos, los procesos de concentración económica, las relaciones de dominio entre sus agentes económicos y la dinámica intermedia del sistema. Se caracterizan por la flexibilidad en la clasificación de los mismos que va desde grandes conjuntos, relativamente autónomos, al análisis de las líneas de producción específicas, *filières* para los franceses. Éstas se asocian, a través

de la intensidad de las relaciones técnico-económicas y de mercado en complejos de actividad. Conocer estas modalidades de organización de la producción, implica la disposición de información estadística muy desagregada y la captación de información específica para esta dimensión. Éste es un déficit que aún permanece en el ámbito internacional. La clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU, Rev. 3) no ha incorporado a la fecha ésta y otras demandas, que surgen de la investigación económica.

Basados en el principio de complementariedad y el aprovechamiento intensivo de las economías de aglomeración orientan la localización de actividades conexas, facilitan la evaluación de proyectos para todas las actividades del conjunto y no sólo para actividades y bienes aislados.

La *identificación* de los complejos en cada *base económica regional* permite profundizar el análisis del sistema productivo regional. A partir de su reconocimiento conceptual y estadístico es posible conocer sus articulaciones y niveles de integración. Ello es esencial para evaluar la dinámica del sistema regional. Esta forma de *organización* del sistema facilita la profundización de dos instancias analíticas: las relaciones de dominio, influencia y jerarquía, y el desarrollo y difusión interindustrial de las innovaciones.

La presencia real de complejos de actividad depende críticamente de los niveles de *asociatividad* (cooperación) entre los agentes económicos involucrados. Con ello se reducen los conflictos, se facilita la especialización y el desarrollo tecnológico. En términos jurídico-institucionales, también la integración vertical de actividades facilita la reducción de los *costos de transacción* (de organización, de transferencias, contratos, información, etc.). De esta forma, los complejos acentúan el dinamismo de los centros urbano-industriales, al generar fuertes efectos *multiplicadores* directos, indirectos y de impulsos (a partir de las economías externas).

Sobre la base de cuatro grandes complejos (agroindustrial, industrias dinámicas, de tecnología avanzada y de ciencia y tecnología) se organiza en buena medida la actividad económica, social y cultural. Entre los complejos más relevantes se destacan:

- Agroindustriales (cereales, oleaginosas, ganadería, frutales, forestal, pesca, alimenticia, textil, madera, etc.)
- de tecnología estándar (petróleo, petroquímico, químico, celulosa, siderurgia, metalmecánico, etc.);
- de tecnología avanzada (biotecnología, tecnología de la información, materiales avanzados, actividad nuclear, actividad aeroespacial, instrumentos científicos, de medición y control);
- de ciencia y tecnología (universidades, centros de investigación, parques de ciencia, tecnológicos, etc.).

En el interior de estos grandes complejos se desarrollan otros más específicos(oleaginoso, petroquímico, metalmecánico, etc.), que comprenden a las filières (soja, aluminio, automotores, etc.). En lugar de la clasificación sectorial de las actividades en primarias (agricultura, minería), secundarias (manufactura, construcción, electricidad), y terciarias (servicios), los complejos articulan los citados niveles a lo largo de una columna central con

ramificaciones diversas. A medida que estos complejos se desarrollan en términos cuantitativos y cualitativos (integración vertical, contratos, acuerdos, asociaciones), se reducen los costos de transacción, entre ellos los de asimetría de información. Se internalizan externalidades, se facilita la incorporación en racimos de las innovaciones y se mejoran los mecanismos de complementariedad y coordinación.

La interacción débil o nula de los complejos, y su desigual desarrollo (en el interior de los complejos aparecen sólo islotes de modernidad), revela la desarticulación y los cuellos de botella instalados en el sistema productivo-social. A ello se une la presencia de sectores que han sido afectados por procesos de desindustrialización. Estos sectores, si bien sobreviven no se integran o se integran defectuosamente a los incipientes eslabonamientos productivos que impulsan las grandes empresas (esto último ocurre si se mantiene algún tipo de relación con el mercado interno; caso contrario se comportan como enclaves).

El desarrollo integral de líneas de producción mejora simultáneamente el tipo de bienes que se producen y la calidad de los mismos por la diversidad de tecnologías que se incorporan. Disminuye la proporción de commodities con tecnologías estandarizadas. Las commodities operan en mercados de la llamada *demanda intermedia* donde en buena medida, se disipa la ley de la oferta y la demanda y cobran relevancia los precios contables, administrados. En cambio los bienes finales que se producen con la integración de actividades acentúan las demandas de insumos a los restantes complejos. Ello permite ofrecer bienes finales que, en calidad y precios, llegan a los mercados con elevada competitividad.

El grado de desarrollo y complementariedad de los complejos agroindustriales y de industrias dinámicas depende crucialmente del desarrollo de los complejos de ciencia y tecnología y de tecnología avanzada. Ello conforma los *núcleos de transformación económica más dinámicos* en los que resalta el grado de innovaciones que incorporan. Estos núcleos determinan la velocidad del cambio de la base económica regional. A tal efecto, para su desarrollo deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Aprovechamiento intensivo de los recursos naturales;
- Fuerte eslabonamiento de las actividades productivas;
- Desarrollo de la infraestructura;
- Calificación de los recursos humanos;
- Promoción de las inversiones innovadoras;
- Creación de mecanismos de vinculación universidad-empresa;
- Desarrollo de centros urbano-regionales;
- Mayor competitividad internacional.

La localización material de las actividades de investigación y desarrollo y de tecnología avanzada en áreas especificas recibe distintas denominaciones (tecnópolis, parques tecnológicos, etc.). Ellos conforman núcleos polares de mayor dinamismo para impulsar el desarrollo de los complejos de actividad y, por ende, de la economía regional. En particular, esto sucede con las industrias de tecnología avanzada, que tienen un eslabonamiento directo con el complejo de ciencia y tecnología, de donde toman sus insumos más

productivos. Estos insumos, asociados a la mayor demanda de recursos humanos calificados, apuntalan la continuidad de las innovaciones y la mayor dinámica del desarrollo. En consecuencia se logran economías de información y se promueve el intercambio de bienes, insumos, tecnología y capital, la integración productiva y la apertura de mercados. En este contexto a las denominaciones convencionales de complejos, filières, se agrega el de *cluster* para los racimos de actividades innovadoras[12].

Los complejos facilitan la reducción de conflictos de intereses mediante la cooperación y solidaridad de los actores económicos que la integran. Así, el complejo agroindustrial superará las limitaciones y distorsiones contenidas en los subsistemas agrícola e industrial. En efecto, la integración de los tales subsistemas con sus correspondientes modificaciones estructurales reducirá los conflictos que nacen de la disociación y colisión de los respectivos intereses. A título de ejemplo a los productores agrícolas puede resultarles desventajoso entregar sus productos a la industria local, regional o nacional si la coyuntura los favorece con mejores precios en el mercado internacional. A su vez ante la abundancia de la oferta agrícola, el sector industrial actuando aisladamente baja los precios de las commodities agrícolas. La formación de un complejo atenúa o hace desaparecer estas discrepancias, al fortalecer los eslabonamientos productivos, y modificar los procesos de acumulación de capital y de distribución de ingresos. Históricamente ciertos tipos de producción agrícola (cultivo tipo plantaciones) tienden a frenar la expansión de la base económica regional. Acá se limita y desequilibra el desarrollo regional. En cambio, otros productos favorecen el desarrollo al diversificar la producción, promover las exportaciones y, sobre la base de una distribución del ingreso más equitativa, expandir el consumo .

En cuanto a la *filière,* se trata de un concepto desarrollado por la literatura francesa para representar las ramificaciones y eslabonamientos de líneas integradas de producción. Contiene esta noción rasgos similares a los de los complejos de actividad utilizados por la literatura anglosajona. A través de este análisis se detectan los eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante que surgen de las relaciones interindustriales y sus efectos multiplicadores que influyen en la dinámica intermedia. Con ello se supera el análisis sectorial registrando con profundidad los cambios que operan en el ámbito de empresas, sectores y regiones. En este contexto las empresas son los motores de tal dinámica pero no definen sus particularidades; su acción esta condicionada por las restricciones meso y macroeconómicas.

La filière es, entonces, un fenómeno de integración vertical (sustrae insumos del mercado) con ramificaciones en función de actividades que se ligan "desde arriba" (amont) —aprovisionamiento de parte de los proveedores— y "desde abajo" (avant) —suministro a los clientes—. En términos de actores (empresas) se trata de los intercambios (compra-venta) que establecen relaciones de dominación respecto a otros eslabones del proceso productivo. La filière asegura, entonces, la *coordinación* vertical del proceso productivo, ligando los mercados intermedios y finales. Se reduce así la incertidumbre en las distintas etapas de la producción y venta de los bienes. Su desarrollo depende en buena medida de la estrategia global industrial que sienta las base del desarrollo de los mismos. La filière demanda también nuevos tipos de información para el análisis y el proceso de toma de decisiones.

[12] OECD, *Boosting innovation: the cluster approach*, 1999.

De las diversas nociones que existen sobre filières destacamos el enfoque instrumental de subsistema[13] y aquel que la define como el conjunto de relaciones interindustriales que surgen de líneas integradas de producción regional.

1.4. ESLABONAMIENTOS

La noción de *eslabonamientos, enlaces* (*linkajes*)[14] acuñada por Hirschman en 1958 se centra en las relaciones de las actividades productivas hacia atrás y hacia adelante. Derivado del principio de *complementariedad* es, desde la perspectiva del desarrollo, el más esencial para acceder al objetivo de articulación óptima del tejido productivo local, regional, nacional. En este contexto se trata de que la inversión se halle en línea con una distribución equitativa de los ingresos, tal que favorezca el desarrollo y diversificación de la demanda efectiva y de la producción. Los enlaces de actividades productivas hacia atrás y hacia adelante desencadenan externalidades, progreso técnico, y mayores efectos multiplicadores que se asocian para impulsar la competitividad en los mercados.

Los enlaces básicos que se observan en el sistema productivo, según Hirshman son de dos tipos: *hacia atrás* (backward) integran actividades hacia el origen de la materia prima, *hacia adelante* (forward) destinados a la producción de bienes que se dirigen a la demanda final. Se favorece con ello el desarrollo de nuevas actividades y de nuevos bienes que acentúan la agregación de valor y de empleo en el ámbito regional, nacional.

Los enlaces directos citados que demandan tiempo para desencadenarse en el sistema productivo se amplían con los denominados enlaces indirectos. Hirschman resalta los efectos indirectos de los enlaces: de *consumo* (inducen la sustitución de importaciones), *fiscales* (mediante impuestos que gravan las actividades improductivas y que se destinan al desarrollo de otras de alta productividad), *bancarios* (canalización del ahorro a inversiones altamente reproductivas). En definitiva los efectos directos e indirectos de estos enlaces potencian la presencia de externalidades positivas e impulsan el desarrollo tecnológico. La lentitud temporal y la fragilidad intersectorial de los enlaces contribuyen por el contrario al *encerramiento* (lock-in) de los mismos que se traduce en incompetencia tecnológica y contribuye a la formación de un circulo vicioso de acumulación negativa.

En cualquier sistema económico los cambios estructurales, en particular los tecnológicos e institucionales, alterarán los enlaces favoreciendo su expansión, ramificación o niveles de *truncamiento*[15]. Se inhibe en este caso el desarrollo de eslabonamientos ocasionando pérdidas de valor agregado, de empleo e ingresos. Con nuevas actividades y más productos se requerirán más enlaces, tecnologías, capacitación, etc. Cabe señalar que la dinámica de los

---

[13] PASINETTI, Luigi L., *Vertical integration in economic analysis*, en *Essays on the theory of production*, Londres, 1980.

[14] HIRSCHMAN, Albert O., *A generalized linkages approach of development*, Economic Development and Cultural Change, 25, 1977.

[15] FAJNZYLBER, Fernando, *La industrialización trunca de América Latina*, CEPAL, CET, Buenos Aires, 1980.

eslabonamientos depende de las modalidades que adopta la acumulación del capital, y del nivel de co-evolución de las variables antes citadas.

Los eslabonamientos, una de las estrategias básicas del desarrollo, enfrentan en la actualidad un desafío crucial: las decisiones de localización de las empresas multinacionales que exceden el espacio nacional. Los procesos de integración vertical y horizontal de sus actividades se llevan a cabo en el contexto internacional. Estas empresas pueden circunscribir su estrategia a emprendimientos tipo enclave (se minimiza la agregación de valor y de empleo dentro del ámbito regional, nacional), los que producen un conjunto reducido de bienes destinados a eslabones productivos que se localizan fuera del país. La otra estrategia más favorable para el país receptor de las inversiones, es aumentar los eslabonamientos en el interior del territorio nacional. En estos casos juegan un rol esencial los mecanismos decisionales públicos y privados, a través de políticas activas e institucionales que faciliten la información y los estudios correspondientes. Se demuestra que un eslabonamiento de inversiones genera una mayor productividad y rentabilidad social en los respectivos proyectos de inversión. Se evita así la exportación de *commodities*, bienes de bajo valor agregado, para los que rigen en buena medida precios administrados, lo que aumenta su exposición al deterioro de los términos del intercambio. En cambio a mayor cantidad de eslabonamientos, en particular hacia los bienes finales, se incorpora más tecnología a los mismos lo que facilita su inserción en mercados altamente competitivos. Así cobran importancia los productos del conocimiento, esenciales para que un país progrese. La sociedad internacional se halla dominada por los centros que producen y optimizan el uso de la información y priorizan las actividades cerebro-intensivas.

En términos del ciclo económico, una economía fuertemente eslabonada, integrada, con un desarrollo consistente entre la distribución de ingresos y los mercados interno y externo, reduce los efectos anárquicos que produce el desdoblamiento del ciclo económico. Esto se debe a que coexisten empresas y sectores fuertemente eslabonados con predominio de sus actividades en el mercado externo respecto de otras empresas, y sectores de baja integración que se orientan básicamente al mercado interno. Los primeros evolucionan en función del ciclo económico externo, en particular áreas y países a los que dirigen sus exportaciones. Los segundos soportan con mayor intensidad los procesos recesivos internos que se asocian en países con relaciones centro-periferia y soportan también situaciones de inequitativa distribución de los ingresos y fuerte exclusión social. Asimismo deben enfrentar los efectos recesivos externos que se canalizan a través de las empresas orientadas al sector externo. En este contexto que debilita el poder de compra interno y se eleva el desempleo, el crecimiento se sostiene con un segmento de la demanda interna y las exportaciones. Si ello es insuficiente, el sistema económico entra en un nuevo tipo de recesión, de la que es difícil salir con las estrategias de la ortodoxia económica. En estos casos de fuerte desequilibrio con elevada exclusión social, el cálculo macroeconómico al no incorporar indicadores mesoeconómicos y promediar sólo los resultados sectoriales, oscurece la relación micro-meso-macroeconómica. Ciertas empresas y sectores exhiben rendimientos muy elevados, otros negativos. En consecuencia puede darse un contexto macroeconómico favorable con acentuado desempleo, bajos niveles de ingresos y encerramiento tecnológico que conduce a un mayor dualismo económico-social, uno de los rasgos típicos del subdesarrollo.

El proceso sinérgico que implica el desarrollo de los eslabonamientos se refuerza con la utilización plena de los conceptos: economías de aglomeración, externalidades, tecnología, rendimientos de escala, rendimientos de diversidad, integración, costos de transacción, información, asociatividad, alianzas estratégicas, fertilización cruzada. Estos conceptos alcanzan pleno desarrollo a través de los eslabonamientos hacia atrás, hacia delante, e indirectos que se producen en los diversos complejos de actividad.

Los eslabonamientos son, en consecuencia, una de las herramientas estratégicas de la política económica regional. El análisis de los mismos y de los complejos, filières, clusters, permiten la representación más eficaz de los hechos económicos que la que ofrece el análisis sectorial. El desarrollo intenso de los eslabonamientos asociado a los conceptos antes citados contribuye a bajar los *costos estructurales*; con ello se establecen base competitivas sólidas.

1.5. REDES

Las *redes* conforman relaciones de interacción entre las instituciones (económicas-sociales, científico-tecnológicas, culturales) con la finalidad de mejorar el desarrollo de la producción, del conocimiento, de la información y de las capacidades. Se trata de una innovación institucional, esencial para el desarrollo del capital social y de las estructuras productivas y sociales. La reducción de los niveles jerárquicos y mejor coordinación de actividades en las organizaciones, mediante la implementación de redes, mejora la eficiencia del proceso de creación y asignación de recursos. Las obligaciones recíprocas y oportunidades que se establecen se basan en la confianza y en la cooperación. Con el fortalecimiento de las redes, las empresas, las regiones y los países incrementan su competitividad internacional. Es la herramienta técnico-institucional estratégica para el desarrollo de complejos, filières y clusters, potenciando los eslabonamientos. Las redes (*networks*) aceleran la difusión de innovaciones tecnológicas y producen *externalidades de red* (creación dinámica de externalidades pecuniarias y tecnológicas[16]). Las empresas en red favorecen la internalización de externalidades. Se fortalece así la cooperación entre empresas que establecen relaciones de mediano plazo, fundadas en la reciprocidad, concertación y búsqueda común de beneficios a fin de alcanzar un objetivo conjunto. La coordinación que se alcanza mediante la red de empresas permite captar mejor el carácter social de la innovación, al tiempo que constituyen el ambiente adecuado para el desarrollo del aprendizaje localizado.

Las redes desarrollan un tipo de aprendizaje, por *interacción,* mediante el cual las firmas aprenden[17]. El aprendizaje hacia el interior de la firma y entre las firmas, ha sido desarrollado e impulsado por la denominada modalidad productiva de *lean production.* Su objetivo es bajar precios, mejorar la calidad y disponer de una mejor logística, a fin de optimizar la ingeniería de procesos y productos. Lean production es una innovación organizacional que surge en Japón hacia los 70, y se divulga rápidamente en el capitalismo

---

[16] ANTONELLI, Cristiano, *Induced adoption and externalities in the regional difussión of information technology,* Regional Studies, Vol. 24, 1, 1992, 31-40.

[17] MORGAN, Kevin, *Learning-by-interacting: inter-firm networks and enterprise support,* en OECD, *Networks of enterprises and local development*, Paris, France, 1996.

avanzado, por la eficiencia de sus técnicas. Uno de sus mecanismos para incentivar la cooperación son los denominados *círculos de cooperación.* También es esencial contar con adecuados institutos de enseñanza y laboratorios y que el medio ambiente local-regional disponga de un umbral crítico de *capital social* (conjunto de relaciones colectivas articuladas en redes, sobre la base de normas, participación, confianza, reciprocidad, solidaridad). En el campo de la innovación, las redes han probado su eficacia en la organización conjunta (entre empresas, y empresas y estado) de las actividades de investigación y desarrollo. Ello permite bajar costos y acelerar la colocación de los nuevos bienes en el mercado.

Entre la diversidad de redes se destacan las alianzas estratégicas, joint ventures, operaciones de leasing y los sistemas regionales y nacionales de innovación.

- *Alianzas estratégicas*, son acuerdos que establecen las empresas para compartir recursos, capacidades o actividades con el propósito de aumentar su aprendizaje, y mejorar sus respectivas posiciones competitivas. Las empresas obtienen resultados (comerciales, tecnológicos o de producción) a un costo inferior al que se daría si una sola empresa pretendiera el mismo objetivo por sí misma. El objetivo es mejorar la utilización de los recursos, lograr economía de escala, mejorar el aprovechamiento de la red de distribución, y abaratar mano de obra. Este tipo de *relación contractual* entre empresas, responde a la creciente complejidad del sistema productivo actual que origina profundos cambios en los procesos productivos y en las formas organizacionales. Las alianzas fortalecen las relaciones intra e intersectoriales en el sistema económico. Contribuyen a bajar los costos de transacción a través de acuerdos, contratos, subcontratos, la reducción de los trámites burocráticos y la disposición de mayor información. Favorecen el desarrollo de innovaciones. Mejoran la eficiencia operativa a nivel técnico-organizacional, los eslabonamientos institucionales, la relación con los proveedores y las investigaciones conjuntas.

  Asimismo contribuyen al desarrollo armónico entre las grandes empresas y las pymes al reforzar su interacción. También facilitan la asociación de pymes entre sí y su localización en racimos de producción especializados. Las pymes se benefician con una mejor disposición de tecnología, mayor desarrollo humano y de financiamiento. Al ligarse entre sí, y con las grandes empresas, incrementan la producción y el empleo. A su vez, este desarrollo se realimenta con una mayor interacción con los complejos de ciencia y tecnología e industrias de tecnología avanzada. Cuando las ligaduras son bajas o inexistentes se resiente el desarrollo económico. En consecuencia, un objetivo estratégico del desarrollo productivo es la vinculación entre el conocimiento y las empresas productivas. Una herramienta eficaz para su concreción es la red.

En el espacio internacional, la formación de redes sobre relaciones productivas, de trabajo y comerciales, es utilizada por las corporaciones multinacionales para fortalecer su presencia en los mercados locales a través de filiales y de acuerdos (licencias, leasing, joint ventures).

- *Joint venture* es la asociación de empresas. Se trata de un emprendimiento conjunto en la que dos o más empresas independientes se unen (en capital y riesgo) para realizar un proyecto conjunto. Tales empresas mantienen su independencia en todo lo demás.

- *Leasing* es la locación de inmuebles, equipos y otros bienes duraderos, que está acompañada de una "opción de compra" a favor del locatario a la expiración del arrendamiento, mediante el pago de una suma prefijada en el contrato. El locador es responsable del mantenimiento y reparación del bien arrendado.
- *Sistema local, regional y nacional de innovación* es un conjunto de redes institucionales espaciales, públicas y privadas, que facilitan el desarrollo de las innovaciones y su difusión.

1.6. BIENES PÚBLICOS

El *Estado*, cualesquiera fueran las interpretaciones sobre su rol en los diferentes programas de investigación (expresión de clases sociales, árbitro en la solución de conflictos económicos, sociales o culturales, neutralidad frente a los mercados) expresa, desde el punto de vista económico, un rasgo común en el sistema capitalista: la responsabilidad por la *provisión-producción* de los *bienes públicos*.

Los *bienes públicos* asocian a sus características específicas (principios de no-exclusión y de no-rivalidad, y externalidades) otras que limitan su tratamiento en términos del análisis convencional. Entre ellas, la indivisibilidad de los bienes, las complejas relaciones de producción-consumo y de pagos-beneficios, la determinación de sus precios, las dificultades de medición, etc. El principio de *no-exclusión* implica que si el bien es provisto para uno, lo es también para todos; y el de *no-rivalidad* establece que el consumo de cierta cantidad para uno implica el consumo de la misma cantidad para otros. En los bienes privados, la provisión y el consumo para uno excluye y rivaliza con otros. Las *externalidades* que generan los bienes públicos cuestionan la eficacia de los mercados para transmitir a través de los precios las señales correctas. Respecto de la relación *pagos-beneficios* un bien público puede ser pagado por contribuyentes que consumen o no tal bien. Los beneficios se disocian: pueden ser percibidos en forma de externalidades por quienes no pagan o no son contribuyentes. Las *indivisibilidades* elevan los costos fijos y demandan en consecuencia escalas mayores de actividad. En términos de su *medición*, ella se realiza con diferentes grados de imperfección dada su composición intrínseca. Todo ello abre el camino para los diferentes niveles de intervención del Estado.

Los bienes públicos, sociales, conforman capacidades y bienes que no se corresponden con los bienes privados que se intercambian en los mercados. La complejidad de su operatoria no puede ser resuelta por las empresas privadas exclusivamente y requieren la atención política de la sociedad.

Frente a este tipo de bienes, y de aquellos denominados estratégicos (motorizan el desarrollo de bienes y servicios disparadores del desarrollo de un país), el rol del Estado es esencial. El debate Estado mínimo-Estado intervencionista es más una mera discusión ideológica que racional. En efecto, el Estado no puede prescindir del fenómeno de la provisión-producción de tales bienes porque hace al interés y bienestar de la sociedad. En ciertos casos el Estado ha tomado directamente la producción de bienes públicos; en otras ha concedido la explotación a la actividad privada, reservándose el rol de regulación de tal actividad, en particular con relación a los precios y las

inversiones. La provisión de tales bienes continúa siendo responsabilidad exclusiva del Estado.

Si se tiene en cuenta que la incidencia de este tipo de bienes en la producción total urbana en la década del 60, representó entre el 40% y el 60%[18], y que esta participación se ha acrecentado con la actual revolución tecnológica, resulta de interés resaltar dos aspectos. El primero en relación con su explotación; el segundo referente a la política fiscal. En el primer caso, la actividad privada pugna por la explotación de tales bienes en la medida que los cambios científico-tecnológicos reducen el tiempo de recuperación del capital, vía la elevada tasa de retorno que se concreta con el cambio técnico. Un ejemplo es el de las telecomunicaciones en el que los cambios en el sistema técnico del electromecánico al microelectrónico, asociado a nuevos recursos técnicos y la utilización de la fibra óptica (que aumenta drásticamente la velocidad y cantidad de información transmitida) reducen el tiempo de recuperación del capital. Ello incentiva la participación de la actividad privada en el sector de las telecomunicaciones. En la medida que ello ocurre la actividad productiva tiende a privatizarse y el Estado se reserva la regulación del servicio a fin de asegurar la provisión del mismo.

Desde el punto de vista fiscal, si bien las actividades privatizadas desaparecen en términos del presupuesto consolidado, la responsabilidad del Estado permanece a través de la regulación. La complementariedad necesaria entre las inversiones públicas y privadas se torna más compleja en estos casos, porque la inversión en ciertos bienes públicos es corresponsabilidad del Estado y de las empresas que reciben la concesión. Al evaluar la performance del Estado se debe tener en cuenta que una parte se concreta en la ejecución del presupuesto y la otra en su rol de contralor del concesionario, en particular en lo referente al plan de inversiones.

La producción de bienes públicos y las jurisdicciones en que se localizan adquieren relevancia. La producción y/o provisión de los bienes y servicios públicos y la búsqueda de mayor eficiencia en su explotación debe ser tenida en cuenta en todo proceso de delimitación regional. El espacio se regionaliza, entre otras razones, porque es necesario acotar el tamaño organizacional para la producción y/o provisión de tales bienes[19]. Razones de costo y de control determinan el rol crítico del tamaño organizacional.

Del conjunto de bienes públicos, importa destacar en el presente trabajo la información y el conocimiento. Respecto del rol del sistema público, hay coincidencia en los diferentes programas de investigación en que el Estado juega un rol esencial en la producción de información y de conocimiento. También que debe ser eficaz en la coordinación de las instituciones y en la producción de estrategias para desarrollar las capacidades de ser y de hacer de los ciudadanos.

Los productos del desarrollo científico-tecnológico son heterogéneos y abarcan desde los generados por la investigación básica hasta los bienes tecnológicos que en el proceso de innovación son privatizados en forma parcial o total. La apropiación privada mediante patentes los convierte en bienes privados. Sin embargo, debido a las externalidades positivas sólo es parcial el

---

[18] BAUMOL, William, *Macroeconomic of unbalanced growth. The anatomy of urban crisis,* American Economic Review, Nº57, 1967.

[19] OSTROM, V.; TIEBOUT, C. M. y WARREN, R., *The organization of government en metropolitan area: a theoretical inquiry,* American Political Science Review, Vol. 1. Nº55, December 1961.

beneficio de esta apropiación[20]. La tasa social de rendimiento de una inversión innovadora (tasa de interés que logra la sociedad en su conjunto), es muy alta y obliga a invertir más recursos a los sectores que realizan tales inversiones, a fin de que los rendimientos se mantengan elevados. En cambio los rendimientos privados son menores. Esto también se observa en las inversiones en investigación y desarrollo: la tasa de retorno social es de 26,4% frente a la privada que es de 19,3%[21]. En consecuencia un mayor *desborde (spillovers)* de los conocimientos e instrumentos científico-técnicos en el sistema productivo-social-cultural y una mayor cantidad de externalidades es compartida por la sociedad. Todo esto acrecienta las vinculaciones empresas-complejos científico-técnicos a fin de reducir los riesgos e internalizar las externalidades derivadas de las innovaciones. Además como se ha señalado las empresas disponen de incentivos específicos, patentes y licencias, que aseguran los beneficios que surgen de las inversiones innovadoras. Las calidades públicas, sociales, de este tipo de bienes deben ser tenidas en cuenta en términos económicos e institucionales a fin de ganar en eficiencia y eficacia en la producción y comercialización de los mismos.

1.7. INFORMACIÓN

La *Información* es un proceso repetitivo que tiene por finalidad la clasificación de objetos y fenómenos en categorías. La información y el conocimiento se realimentan positivamente: la investigación aporta nuevos conceptos, categorías y relaciones que configuran un nuevo tipo de información y ésta es un insumo sustancial en la producción de conocimientos. La información tiene costos de producción, de detección y de descubrimiento, siendo bajo su costo de transmisión. Se caracteriza por tener costos decrecientes.

La información cuantitativa y cualitativa es crucial para mejorar la toma de decisiones pública y privada. Las actividades de producción, almacenamiento y transformación de la información deben realimentarse en forma continua. La escasa e imperfecta información reducen la racionalidad en los procesos de decisión, predominando las basadas sólo en intuiciones y/o experiencias personales; ello acarrea mayor incertidumbre y errores que se acumulan a lo largo del tiempo.

La carencia, insuficiencia y manipulación de la información acentúan las imperfecciones del mercado, agravan las asimetrías de información (posesión de información que se traduce en ventajas económicas para una de las partes), aumentan los costos de transacción (de organización, de transferencias, contratos, de información, etc.) y en consecuencia conspiran contra el eficaz funcionamiento de los mercados, la estabilización y el desarrollo. La insuficiencia de información en los mercados relativiza la eficacia de las señales, en particular la de los precios, reduce la capacidad de respuesta de los agentes económicos y desata errores respecto de los factores productivos y sociales. En cambio la optimización de la información en cuantía

[20] MANSFIELD, Edwin, *Propiedad intelectual, tecnología y crecimiento económico*, Perspectivas Económicas, 3, 1988.

[21] BERNSTEIN, J., *Cost of production, intra-and inter-industry R&D spillovers: Canadian evidence*, Revue Canadienne D´Économie, Nº21, 1988.

y calidad es una fuente de externalidades positivas (efectos positivos que benefician a los agentes económicos sin que ellos participen en el proceso de intercambio), esenciales en la evolución del sistema económico-social.

La información es un *bien público*. Como se ha señalado, desde el punto de vista económico, una de las razones de la existencia del Estado es precisamente la explotación directa o concesionada de este tipo de bienes. Uno de estos bienes no concesionable es la información macroeconómica. La producción y administración de ella implica fuertes responsabilidades públicas y un elevado comportamiento ético y político de quienes deciden sobre su producción, almacenamiento y disposición. Se trata de información que debe facilitarse a la sociedad con el mínimo costo (sólo el valor de libros, disquetes, etc., que contiene tal información). Si tuvieran valor comercial incrementarían los costos de transacción y las conductas oportunistas de los operadores económicos.

En consecuencia la disposición de información es crucial para la toma de decisiones públicas y privadas y su importancia es enfatizada por aquellos que destacan la necesidad de que los países se incorporen a la llamada sociedad de la información, rasgo esencial si se pretende pertenecer al núcleo de países más desarrollados. Sin embargo, en este terreno media una distancia apreciable entre lo que se piensa y sostiene públicamente, y lo que en la práctica se concreta. Esta manifestación del doble discurso se observa respecto de la información macroeconómica nacional, sectorial y regional en la República Argentina. Entre 1950 y 1976 el país ocupaba un lugar de relevancia a escala mundial por la cuantía y calidad de la información macroeconómica. Desde entonces tal información exhibe en forma creciente inconsistencias conceptuales, metodológicas y de cálculo que reducen su credibilidad. También ha disminuido sustancialmente en cantidad. Surge así un notorio perjuicio para la realización de estudios, investigaciones y para todos los sistemas de decisión. Se demandan entonces fuertes cambios institucionales y estructurales para disponer de una información en sintonía con las exigencias de un país que pretende una organización moderna con equidad.

El desarrollo de la información, en particular la macroeconómica, sectorial, regional, urbana y de productos, es un insumo estratégico tanto para la producción de conocimientos, de bienes y servicios, como para mejorar la distribución de ingresos, el comportamiento de la demanda y el ejercicio de políticas coyunturales y de desarrollo. En términos de la planificación constituye el punto de partida para la eficaz realización de estudios, investigaciones, proyectos y el control de gestión.

El impacto económico y social de producir poca y mala información es enorme; también lo es su encubrimiento y manipulación interesada, en cuyo caso sus efectos se extienden al campo de la ética. La producción del bien social información económica, corresponde al sector público; de allí la responsabilidad directa de los sistemas locales, provinciales y nacionales en la producción óptima de sistemas de información.

1.8. INSTITUCIONES

Las *Instituciones*[22] junto con el Estado y la Tecnología constituyen las variables que se incorporan como *endógenas* en los recientes modelos de desarrollo y crecimiento. Ello implica un cambio sustancial con relación a las tradicionales teorías del desarrollo. Al ser exógenas estas variables quedan fuera de los modelos; pierden así, capacidad explicativa y predictiva, al tiempo que se reduce el campo de análisis de los fenómenos económico-sociales

Las *instituciones* en un sentido amplio abarcan las dimensiones *organizacional* (complejos, polos, corporaciones, parques, organismos del estado, mercados, hábitos, rutinas, costumbres, etc.), y *legal* (leyes, contratos, normas, reglas, etc.). Ellas contienen conceptos como: poder, dominio, relaciones sociales, acción colectiva, cambio social, control social, derechos, tecnología.

La incorporación de las instituciones al *análisis sistémico* social profundiza la visión histórica, holista, evolucionista en la que no se escinden lo económico, lo social y lo cultural; por el contrario se interpenetran. Se recupera así una visión histórica que representa los hechos del pasado con mayor riqueza (interrelación de conceptos y subsistemas que operan en los diversos campos del mundo real). El futuro social es a su vez construido por la acción colectiva de los hombres. La evolución histórica no responde a una dinámica lineal: el desarrollo de la sociedad humana se trunca, tiene discontinuidades. Más aún, en diversos momentos históricos se registran involuciones que retrotraen las relaciones sociales actuales a otras preexistentes, más injustas. En consecuencia los subsistemas económico, social y cultural deben co-evolucionar a fin de sostener el progreso social; ello se observa en las reglas institucionales relacionadas con la propiedad que cuando traban la producción social deben cambiar[23]. En consecuencia, es esencial la comprensión de la historia y de la co-evolución de los subsistemas sociales.

En su enfoque amplio del proceso social los institucionalistas parten del análisis del *poder* (establece las relaciones de *dominación*) que está en la base de la descripción y explicación de los fenómenos sociales. En consecuencia se determinan *relaciones sociales* que operan en un estado de conflicto y de cooperación. El poder a su vez, si no cambia o se adapta a las nuevas situaciones, obstaculiza el desarrollo social.

En este contexto los individuos expresan las *necesidades* sobre más y mejores cosas (impulsan las innovaciones). Manifiestan sus demandas a través de la acción colectiva (ésta es la que establece el control social). El individuo es un producto de la cultura y a través de la *acción colectiva* cambia la cultura. En este contexto el *valor* de los bienes se teoriza a partir de los hábitos y costumbres de la vida social y de los cambios que en ella ocurren.

La *asignación de recursos* depende de los sistemas de poder que determinan el funcionamiento de los mercados concretos. Son los individuos que operan en el mundo real, quienes a través de acciones colectivas que

---

[22] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Bases para un modelo de desarrollo tecnológico - industrial - regional. Parque Tecnológico Constituyentes.* Ediciones Macchi - Universidad Nacional de General San Martín, 1998.

[23] BARDHAN, Pranab, *The new institutional economics and development theory: a brief critical assessment,* World Development, Vol. 17, N°1, 1989.

realizan en los mercados y en las restantes instituciones, alcanzan soluciones en la asignación de recursos, distribución de ingresos, etc.

La concepción *evolucionista* de la corriente institucionalista no es teleológica. No se llega a un estado final; es abierta. El proceso de *selección* implicado en el proceso de evolución social no es mecánico, tampoco lo es la evolución natural. En el sistema social la selección está condicionada por la acción humana y por la racionalidad que la acompaña, lo que conduce al desarrollo de comportamientos adaptativos sociales específicos. La inercia y los límites institucionales juegan un rol relevante.

Según este enfoque histórico-evolucionista-holista (comprende no sólo a los mecanismos de mercado, sino al resto de las instituciones), las sociedades se transforman por la acción de procesos que responden a la causación circular y acumulativa en la que el cambio inicial induce más cambios en la misma dirección. No se tiende al equilibrio, se refuerzan los cambios que alejan al sistema del equilibrio[24]. Esta evolución es *no lineal*, el orden y las estructuras son el resultado de fluctuaciones que se desarrollan fuera del equilibrio (procesos de autoorganización); los desplazamientos son *irreversibles,* al tiempo que los senderos de evolución, bajo ciertas condiciones, se *bifurcan.*

Con referencia a las políticas, la implementación de las mismas depende de la calidad del marco institucional vigente. Existe una profunda conexión entre las políticas y las instituciones. Las decisiones se toman en un contexto institucional en el que se establecen los procedimientos que permiten que las políticas se viabilicen, implementen y cambien. Con un marco institucional eficiente se minimizan los errores políticos, conceptuales y técnicos. La carencia de instituciones adecuadas, las falencias, deformaciones y la falta de identificación de nuevas funciones relacionadas con las existentes, condiciona y expone al fracaso a cualquier política, no obstante su bondad conceptual. Más aún, al formularse políticas en un marco institucional específico deben tenerse en cuenta las restricciones de éste. Asimismo el marco institucional debe ser coherente con el sistema constitucional. Las instituciones deben responder entonces a una doble finalidad: transmitir y viabilizar las políticas, al tiempo que ser coherentes con el sistema legal imperante. Ello es particularmente importante en un mundo donde los cambios científico-tecnológicos alteran a escala planetaria la producción de bienes y servicios, las relaciones interpersonales, las familiares y entre naciones, lo que obliga a desarrollar nuevas funciones, roles e instituciones.

En consecuencia, si las instituciones en su significado amplio (organizaciones, legislación, normas, rutinas) no co-evolucionan con los sistemas económico, social, cultural, generan obstáculos en los procesos de transformación social. Los cambios estructurales surgidos de la actividad tecnológica, social, política, deben compatibilizarse con la evolución de las instituciones.

Como se ha señalado una adecuada representación económica, social, tecnológica e institucional se alcanza en los *modelos de* causación circular y acumulativa del capital en los que se enfatizan los roles que juegan la historia y la co-evolución.

---

[24] MYRDAL, Gunnar, *Institutional economics,* Journal of Economic Issues, Vol. XII. Nº4, December 1978.

En consecuencia conceptos como los de causación circular y acumulativa, regímenes de acumulación, evolución, selección, adaptabilidad, cambio, transformación, transición, realimentación, división del trabajo, aprendizaje, especialización, complementariedad, eslabonamientos, tecnología, rendimientos crecientes, externalidades, complejos, productividad, información, coordinación, relaciones de poder, relaciones sociales, acción colectiva, etc., conectan la economía, la tecnología, la sociedad y las instituciones. Los mecanismos que describen la interacción y co-evolución de las citadas variables demandan para su mejor representación la elaboración de modelos dinámicos. Debe tenerse en cuenta que la actual expansión a escala planetaria de las fuerzas productivas dinamizada por los profundos cambios estructurales que desata la actual revolución tecnológica e institucional origina profundos desequilibrios económico-sociales. En otras palabras para enfrentar este desafío se requiere que co-evolucionen los sistemas económicos, sociales, tecnológicos e institucionales. Caso contrario, se prolongarán los desequilibrios regionales con la secuela de desempleo, pobreza, marginalidad e injusticias que atentan contra el desarrollo humano.

Desde el punto de vista político-institucional los objetivos y estrategias planteadas demandan nuevos modelos de participación ciudadana que fortalezcan los vigentes. En este sentido la configuración regional de los actores económicos y sociales alcanzará nuevas dimensiones. En consecuencia una estrategia eficaz para el desarrollo económico regional, social e institucional será el resultado de la convergencia de los procesos decisionales a través de la regionalización.

1.9. FINANCIAMIENTO

La economía monetaria al sustituir a la economía del trueque establece una doble disociación en las actividades económicas: una relacionada con la compra-venta de bienes, y la otra con el proceso ahorro-inversión. La economía monetaria demanda para ser eficiente el uso del dinero para un intercambio generalizado eficaz. También demanda instituciones e instrumentos financieros que faciliten el intercambio y la eficiente canalización del ahorro en inversión. Ello es impulsado por los cambios registrados en el sistema financiero en los últimos 30 años y en el sector real de la economía. Se generan así profundas transformaciones en los regímenes de acumulación de capital, de ingresos y en los mercados. Las demandas de liquidez en las empresas y la rápida canalización financiera de los tenedores de riqueza (ahorristas) exige un mayor desarrollo y articulación de los mercados financieros, y de adecuados instrumentos, que por la rapidez de su realización (compra-venta) eviten bruscas oscilaciones en las cotizaciones.

La mayor eficiencia en las instituciones financieras (bancos, fondos comunes de inversión, mercados financieros -monetario, bursátil-) obedece a las numerosas innovaciones de procesos y de productos. Estas innovaciones se acentúan con los adelantos de la informática y de la computación que permiten incorporar servicios tales como los de gestión automatizada de los flujos financieros y en particular la creación del dinero electrónico. Las innovaciones de productos son numerosas, lo que obliga a los bancos a mejorar su propia estructura financiera. En este caso los instrumentos

destinados a fortalecer los fondos propios son similares a los que utilizan las empresas industriales y comerciales.

El apoyo financiero a las grandes empresas se desarrolla a través de nuevos mecanismos. A mediano y largo plazo se accede al sistema financiero internacional. Se asesora a tales empresas en la emisión de obligaciones en plazas de primera línea. Se intermedia para que las pymes como las grandes empresas accedan a créditos que surgen de los convenios institucionales entre los países. También se vincula a las grandes empresas ante la Corporación Financiera Internacional (ente financiero especializado del Banco Mundial) para atender las demandas privadas de financiación.

Especial importancia tiene para las empresas innovadoras, en particular las pymes, la disponibilidad de *capital de riesgo*. En este caso se trata de un producto financiero compuesto ya que puede ser un paquete de servicios (capacidad gerencial, técnica y financiera) y/o un producto financiero (aportes de fondos propios). Los ahorristas son debidamente compensados a través de medidas fiscales, garantías y con mecanismos de realización del paquete financiero. Se logra así una distribución de riesgos, y dada la elevada rentabilidad de las empresas innovadoras es una inversión atractiva para los ahorristas. Esta modalidad financiera impulsa el desarrollo de los mercados secundarios y regionales aptos para la canalización de las demandas de las PYMES y la oferta financiera de los inversores.

La canalización eficiente del proceso ahorro-inversión se lleva a cabo a través de diversas instituciones financieras, en particular los bancos y el mercado financiero.

Los *bancos* con su participación creciente en los mercados de capitales y la incorporación de servicios calificados, aumentan el control sobre las diversas modalidades de financiamiento externo de las empresas. Frente a las demandas financieras de los empresarios están en condiciones de ofrecer un menú diversificado de instrumentos financieros directos e indirectos. En este contexto los proyectos de inversión que cumplimentan satisfactoriamente la etapa de evaluación tienen una elevada probabilidad de superar las restricciones financieras, en particular aquellas referidas a las garantías reales.

Los *mercados financieros* crecen en importancia y se diversifican en la década del 80. Se acentúa la interdependencia entre los mercados reales y financieros, que implica un replanteo de los lazos estructurales entre ambos sectores. En otras palabras, los mercados financieros deben inducir a una mayor eficiencia y eficacia en la doble relación que establecen. En un caso, con las empresas de bienes y servicios a fin de favorecer la capitalización de las mismas y la viabilidad financiera de los proyectos de inversión. En el otro caso, con los ahorristas que desean o poseen títulos, obligaciones y/o acciones y para quienes es esencial la flexibilidad de plazos, convertibilidad y liquidez financiera de tales instrumentos.

Los mercados financieros se integran sobre la base de los mercados de capitales y el mercado monetario. Entre los primeros se destacan por su importancia el mercado bursátil; en él predominan las operaciones con acciones y obligaciones. A su vez en el denominado mercado abierto electrónico reservado a los agentes extra-bursátiles (bancos, compañías financieras y firmas que operan en este segmento) se concentran las transacciones con títulos públicos.

La necesidad de aumentar la cobertura de riesgos impulsa el desarrollo de los mercados de futuros. Se crean mercados a plazo tales como los que se relacionan con los instrumentos financieros que permiten cubrirse del riesgo relacionado con las variaciones en la tasa de interés y el mercado de opciones en el que la operación no necesariamente se concreta (ello facilita la actividad especulativa). En consecuencia entre los mercados de capitales al contado y a plazo debe haber una más estrecha relación para dar fluidez a ambos y reducir los impactos de los movimientos especulativos.

Los mercados monetarios comprenden además de las instituciones financieras, a las empresas y al tesoro. La integración de todos los segmentos financieros, su elevada liquidez, diversificación de operaciones y el fácil acceso para todos los agentes económicos facilita la constitución y las políticas de mercado abierto, En éste el Banco Central cumple su acción reguladora para mejorar la liquidez de los bancos y por ende operar en forma indirecta sobre la tasa de interés.

La importancia del mayor de los mercados de capitales, el bursátil, se manifiesta en el índice de capitalización bursátil (capitalización bursátil/PBI) en el que la capitalización se valoriza tomando los precios de cotización media para un período determinado por la cantidad total de acciones denunciadas en la bolsa. En este sentido, en 1999, Japón supera el 100%, el Reino Unido se ubica en 230% y USA en 210. En tanto que, en países como Argentina, es del 30% aproximadamente, siendo el volumen de transacciones diario de mucha menor significación que en los países desarrollados. En el período 1993-2000 dejaron de operar en la bolsa de Buenos Aires el 38% de las empresas registradas, reduciendo aún más la baja participación de las grandes empresas. Además durante 1994-2000 el volumen negociado declinó un 7%, en tanto que las bolsas de New York, Tokio, Londres y Frankfurt crecieron en promedio un 25%. La bolsa NASDAQ en la que cotizan las industrias de tecnología avanzada crece para el mismo período en el 48%. Ésta es una prueba más de que la fortaleza del mercado de capitales no depende de inyecciones coyunturales meramente financieras. La creciente gravitación de las industrias de tecnología avanzada, los problemas que implica su inserción en nuevos mercados, demanda de capitales, procesos de maduración, expectativas de rentabilidad, complejizan el análisis técnico y de fundamentos. Ello determina la creación en USA de un nuevo mercado accionario, NASDAQ. Esta innovación financiera institucional, como la de los fondos comunes de inversión, se asocia a los nuevos instrumentos que tienden a dar eficiencia y eficacia al sistema económico en su conjunto.

El NASDAQ (National Association of Securietes Leaders Automated Quotation) es un mercado electrónico en el que cotizan las empresas de tecnología avanzada. La valuación de sus empresas tecnológicas equivale al valor de todas las acciones de la bolsa británica, la tercera del mundo. Opera en miles de pantallas de operadores bursátiles; no tiene un recinto central en el que se realizan las subastas, como ocurre con el NYSE (New York Stock of Exchange) en la que operan predominantemente las empresas tradicionales. Una variante de estos sistemas son las redes de comunicación electrónica, que realizan operaciones que pueden no pasar por las bolsas. El NASDAQ es un mercado complejo por la naturaleza de sus empresas. Junto a un conjunto de empresas tecnológicas con ganancias reales y en expansión, operan empresas, en particular las de Internet, con precios y valuaciones patrimoniales irreales. Ello desató, en su momento, una burbuja financiera alentada por los especuladores.

Las críticas más significativas que se hacen a la modernización de los mercados financieros se refieren al mayor riesgo e inestabilidad para los sistemas de decisión empresariales, la mayor volatilidad de las tasas de interés, la dificultad en la definición de los agregados monetarios. En otras palabras, el sistema financiero es más inestable. Como contrapartida se destaca la mayor liquidez que tienen los mercados financieros, condición esencial para los agentes económicos, en particular los ahorristas.

La corriente neoclásica ortodoxa afirma que estos mercados son eficientes[25][26]: los precios de mercado contienen toda la información disponible. Dado que los precios incorporan el factor sorpresa, ellos fluctúan sin poder generar tendencias (movimiento aleatorio de los precios). En términos de información la alteración que introducen los movimientos especulativos no alcanzaría la relevancia que se le pretende dar. Por el contrario, la eficiencia en los mercados, permite "anticipar" correctamente los futuros movimientos del sector real de la economía. Frente a ello la teoría de la demanda efectiva ofrece la visión denominada "casino" de estos mercados que resalta el carácter especulativo de sus operaciones. Se trata de "apuestas" que se realizan sobre el valor futuro de las acciones. A ello se agrega recientemente un cuestionamiento conceptual y empírico de Tobin[27]. En este caso, se hace hincapié en la volatibilidad del precio de las acciones.

Se trata entonces de un debate abierto que tiene enorme trascendencia dada la intensidad y variedad de las innovaciones tecnológicas y financieras llevadas a cabo en estos mercados y cuya eficiencia quedaría relativizada en la medida que predominase el manejo irracional de los mismos.

El rol del Estado frente al desarrollo institucional y de instrumentos financieros innovadores oscila entre el mantenimiento de las estrategias de la denominada economía de endeudamiento (mayor intervención del Estado) y aquella que reduce su intervención mediante el accionar de los mercados financieros liberalizados. En la práctica conviven aspectos de ambas estrategias que tienden a la convergencia. En este contexto es importante describir la estrategia llevada a cabo en Corea del Sur. Lee[28] cuestiona la interpretación neoclásica de que en países como Hong Kong, Corea del Sur, Singapur y Taiwan, el gobierno haya jugado un rol mínimo proveyendo sólo infraestructura social y de ambiente político estable para hacer crecer el país. Desarrolla la idea de la existencia de una "organización cuasi interna" integrada por el gobierno y las grandes empresas que da lugar a actividades y transacciones internalizadas en lugar de su realización a través de los mecanismos de mercado. Esto es cuestionado por la ortodoxia dado que lesiona el funcionamiento de los mercados. No obstante, como señala Stiglitz, aún en mercados perfectos no se puede evitar la presencia de procesos de selección adversa, de moral azarosa, contratos coercitivos y la existencia de información asimétrica que distorsiona la asignación eficiente de recursos.

Con relación a los incentivos para la promoción de la inversión intelectual, éstos cobran importancia a medida que crecen las actividades de tecnología avanzada. Las inversiones intelectuales se centran en: investigación y desarrollo, capacitación profesional, software, organización,

---

[25] FAMA, E. F., *Efficient capital markets: a review of theory and empirical evidence*, Journal of Finance, May 1970.

[27] TOBIN, James, *On the efficiency of the financial system*, Lloyd Bank Review, July 1989.

[28] LEE, Chung H., *The government, financial system and large private enterprises en the economic development of South Korea*, World Development, Vol. 10, Nº2, 1992, 187-197.

comercialización, financiación, estrategias. En términos de los *incentivos directos*, los subsidios, las donaciones, el financiamiento regular del Estado y otros, son esenciales para atender las actividades de investigación y desarrollo. En cuanto a los incentivos indirectos (medidas fiscales, parafiscales, capital de riesgo, etc.) se muestran en los países desarrollados como los instrumentos más eficaces (son automáticos) para mejorar la capacidad financiera de las empresas. No obstante la relativa eficacia de estos últimos, predomina el carácter complementario de ambos incentivos, en particular para los países subdesarrollados. Allí deben combinarse los esfuerzos del Estado y la flexibilidad de los mercados de bienes y financieros a fin de acrecentar la inversión inmaterial, el núcleo más dinámico del desarrollo y el crecimiento.

En la República Argentina hacia el segundo quinquenio de la década de 1970 las empresas industriales se beneficiaban con desgravaciones impositivas si realizaban inversiones en Investigación y Desarrollo. Esta iniciativa fracasó después de 4 años, sea porque la novedad que implicaba la evaluación de estos proyectos no permitía contar con procedimientos precisos, sistemáticos para su calificación, sea porque las empresas no comprendían los alcances legislativos y presentaban proyectos que no se ajustaban a los mismos. Ello desató conflictos de interpretación técnico-jurídicos que concluyeron en ciertos casos en juicios contra el Estado.

Transcurrido el tiempo e impulsado por el impacto de la actual revolución tecnológica que induce, a nivel internacional, el desarrollo de políticas de instrumentos inéditos para vincular los avances científico-técnicos con el sistema productivo-social, se concreta la ley 23.877/90 de "Promoción de la Innovación Tecnológica". Esta ley satisface en buena medida, las demandas de innovación de la producción. Define con precisión los conceptos relacionados con las diversas actividades en las que se expresa la innovación: investigación y desarrollo, transferencia de tecnología y asistencia técnica. Establece la institución Unidad de Vinculación, pública o privada que tiene por objeto la identificación, selección y formulación de proyectos de investigación y desarrollo a nivel de prototipos, plantas pilotos o unidades de demostración (no de establecimientos productivos en sí). A ello deben recurrir los empresarios, excepto si cuentan con departamentos de investigación y desarrollo (presentan los proyectos directamente). La unidad de vinculación orienta a los empresarios sobre sus ideas, proyectos de innovación y los asesora en la formulación del proyecto. A su turno este mecanismo facilita los trabajos de evaluación y de asignación del crédito que concede la Secretaria para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva (autoridad de aplicación de la ley), a través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y de Innovación. La ley comprende beneficios crediticios y fiscales y de fomento no financieros y especiales para lo que se crea el Fondo para la Promoción y Fomento de la Innovación en el que participan las provincias argentinas. En el ámbito de la agencia funcionan otros mecanismos crediticios destinados a actividades de contenido tecnológico relevante: el Fondo Nacional Tecnológico Argentino (FONTAR), para investigadores, y el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONCYT) con regímenes especiales para el desarrollo de proyectos científicos, tecnológicos y de innovación que se centran en el desarrollo regional.

En cuanto a las donaciones, la ley N°23.884/90 establece beneficios fiscales para quienes donan recursos destinados a los trabajos de investigación y desarrollo, a las universidades, etc.

Un aspecto relevante en el financiamiento se relaciona con la evaluación de los proyectos de inversión, en particular los tecnológicos, y el tratamiento de las garantías reales en la concesión de créditos.

En *la evaluación de los proyectos de inversión* se cuestiona el criterio *unidimensional* tradicional (evaluación patrimonial del balance con sus indicadores de rentabilidad, solvencia y liquidez). La evaluación *multidimensional,* por el contrario tiene en cuenta además del criterio unidimensional, otros indicadores relacionados con los objetivos y estrategias de desarrollo. En los proyectos de inversión[29] el criterio unidimensional de evaluación (valor presente, tasa interna de retorno, privada y/o social) que se mantiene como referencia básica, debe ser consistente con indicadores tecnológicos, económicos, regionales, institucionales, ambientales, etc. Los criterios para la financiación de las inversiones que se proponen no descalifican los indicadores financieros y patrimoniales de la empresa (en buena medida en conflicto con las inversiones innovadoras) sino que los integra y compatibiliza con otros relacionados con el crecimiento y el desarrollo. Si además de la evaluación patrimonial se tiene en cuenta la relación de la empresa o del nuevo emprendimiento con la base económica regional, su competitividad interna y externa, su relación con redes manufactureras, líneas integradas de producción o complejos, su capacidad para generar empleo, producir y/o asimilar nuevas tecnologías, etc., se tendrá una mejor evaluación para asignar recursos financieros. También se aprovecharán mejor los recursos directos e indirectos disponibles en el mercado y se flexibilizarán las garantías reales. Este enfoque multicriterio contribuirá a mejorar por un lado los mecanismos de decisión de los bancos, y por el otro a optimizar los diferentes procesos de inversión.

La asignación de préstamos sobre la base de *garantías reales* depende de la calificación del *riesgo.* Éste se establece tradicionalmente a partir de criterios unilaterales de rentabilidad, acompañado de diversos tipos de garantía (reales, personales, cauciones, etc). En el caso de la evaluación multidimensional se tienen en cuenta otras variables que informan sobre el funcionamiento del sistema económico. La constitución de garantías reales, sin una correcta evaluación de los préstamos puede transformarse en una operación negativa para los bancos y los tomadores de préstamos en el que ambos pierden dinero y recursos. El problema es que se debe evitar la ejecución de los préstamos, y a ello contribuye la correcta evaluación de los préstamos y de los proyectos de inversión. Es más importante el fortalecimiento de la actividad productiva que la ejecución de las garantías reales.

En el caso de las inversiones innovadoras, los bancos son reticentes a apoyarlas por el alto riesgo que implican (la literatura especializada insiste en esta posición). Sin embargo en un contexto de crecimiento endógeno y desarrollo sustentable las inversiones innovadoras son las de menor riesgo. En este caso los que no innovan pierden competitividad, y se hallan más expuestos al fracaso aunque sus tasas de retorno para los proyectos de inversión resulten elevadas. Asimismo los economistas pioneros del desarrollo han recalcado que los racimos de inversión localizados en una región disminuye el riesgo de pago de los préstamos, dado que la complementariedad de las mismas asegura una evolución futura positiva. Tanto en el caso de las

[29] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Desarrollo sustentable. Evaluación de la variable tecnología en los proyectos de inversión*, Ediciones Macchi - Grupo Banco de la Provincia de Buenos Aires, Julio de 1995.

inversiones innovadoras como en el de racimo de inversiones los créditos deben financiar los riesgos resultantes de la inversión.

La relación banqueros-empresarios innovadores difieren en los programas de investigación[30]. La corriente neoclásica se centra en la *eficiencia estática* lo que demanda mercados desregulados y liberalizados totalmente. La corriente de demanda efectiva sostiene la *eficiencia dinámica* basada en la regulación y orientación de los mercados.

La relación banqueros-empresarios innovadores muestra, además, diferentes comportamientos. Los empresarios innovadores miran al futuro, plantean rupturas con el pasado, e impulsan cambios en el tejido técnico, económico y social. Los beneficios esperados cubren todo tipo de riesgo. Los banqueros centran su evaluación en el pasado; la experiencia y solvencia del empresario es lo que importa a fin de reducir riesgos. El innovador no tiene necesariamente un pasado como empresario innovador. Sólo se basa en expectativas futuras. En consecuencia, la visión optimista del innovador está en conflicto con la visión conservadora del banquero. Es el cambio frente a la conservación, la eficiencia dinámica frente a la eficiencia estática.

La innovación demanda nuevos instrumentos e instituciones a fin de canalizar los ahorros hacia la inversión innovadora. También demanda garantías sociales, dado que la innovación es la fuente del desarrollo económico-social. En este sentido son relevantes los tipos de garantías regionales que se institucionalicen para cubrir los empréstitos. Un documento de Naciones Unidas[31] resalta la utilidad de las innovaciones en los instrumentos crediticios que reducen los riesgos y los costos de transacción, tal el caso de los denominados grupos de empréstitos y garantías de préstamos. Señala que el grupo de empréstitos es superior al empréstito individual dado que reduce riesgos y costos de transacción. La reducción de riesgos opera a través de las obligaciones colectivas y los costos de transacción se reducen con menores préstamos, aunque mayores en volumen a los grupos comprometidos. Los resultados son favorables, si el costo de formación de los grupos no es alto y si los acuerdos grupales sobre créditos se establecen sobre objetivos y estrategias compartidas con alcances definidos con precisión y claridad. En relación a la garantía de préstamos favorece la fusión de riesgos y es eficiente si reduce los costos de transacción del prestamista: el repago del préstamo debe asegurarse, disuadirse los incumplimientos y dar al garante un retorno adecuado.

1.10. MERCADOS

Los *mercados* muestran una marcada diferencia en la evolución de la denominada demanda intermedia respecto de la demanda final. En la demanda intermedia, en la que predominan las commodities, se observa una definida tendencia a operar a través de complejos de actividad, que al integrar sus eslabones optimizan la información y reducen los costos de transacción. La internalización de las operaciones que se origina con la integración de las actividades fortalece el rol de las organizaciones respecto de los mercados. En

[30] DOSI, Giovanni, *Finance, innovation and industrial change*, Journal of Economic Behavior and Organization, 12, North Holland, 1990.

[31] UN, *Saving and credit for development*, United Nations, 1992.

particular, se fijan precios contables, administrados para los bienes intermedios. Los mercados asocian entonces los problemas de las *transacciones mercantiles* convencionales (asimetrías de información, riesgo moral, costos de transacción, etc.) con los *principios de organización* de las empresas (autoridad, identificación, recompensa, coordinación)[32]. Surgen así los *mercados organizados*. La convergencia de conceptos y categorías analíticas, señaladas por Simon, propias de los mercados de bienes y servicios y de aquellos que pertenecen al mundo de las organizaciones, son claves para el proceso de construcción de los mercados organizados.

Los mercados organizados al surgir de la convergencia de los mercados de bienes y servicios y las organizaciones, articulan un nuevo espacio conceptual. Un rasgo dominante es la importancia creciente que en las transacciones de bienes intermedios tienen los *precios contables, administrados*. Ellos son el resultado de los procesos de integración de las actividades productivas tendientes a optimizar la información y reducir los costos de transacción. Se sustrae por lo tanto de las transacciones convencionales de oferta y de demanda, una buena parte de los bienes que corresponden a la llamada *demanda intermedia*, dimensión mesoeconómica controlada por sus actores principales: las corporaciones. En este contexto las ventajas señaladas para favorecer las integraciones se cuestionan dado el peligro potencial del desarrollo de situaciones de *dominio* que afecten la eficiencia de los complejos de actividad.

En cuanto a la *demanda de bienes finales* su costo, calidad, precio y servicios al cliente son esenciales en términos de competitividad en los mercados. Ello ocurre en un contexto en el que permanecen aspectos negativos como la información asimétrica, las conductas oportunistas de los agentes económicos y la tendencia a la concentración oligopólica.

La relación Estado-Mercado diferencia a los distintos programas de investigación cuyos extremos son la suplantación del uno por el otro. En una economía capitalista la subordinación total de los mercados al Estado no es factible, dado que el sistema dejaría de tener vigencia. La del Estado mínimo, imposibilitado de llevar a cabo políticas, es una propuesta más ideológica que racional. La presencia de bienes y servicios públicos, el arbitraje en los conflictos económicos y sociales, el rol de coordinación y de regulación, la producción de información, son entre otros temas, determinantes del rol activo del Estado. Ello complementa y mejora el funcionamiento de los mercados[33].

Los *mercados organizados* cobran especial relevancia en el ámbito de los complejos de ciencia y tecnología y de industrias de tecnología avanzada. La convergencia de conceptos y categorías analíticas, señaladas por Simon, del mundo de los mercados de bienes y servicios, y de aquellos que pertenecen al mundo de las organizaciones, son claves para el proceso de construcción de los mercados organizados. Un rasgo dominante es la importancia creciente que en las transacciones de bienes intermedios tienen los citados *precios contables, administrados* y la preeminencia de monopolios transitorios como resultado de las innovaciones. Con respecto a los bienes de demanda final, en un contexto de fuertes innovaciones, los mercados imperfectos se consolidan.

---

[32] SIMON, Herbert A., *Organization and markets*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 5, N°2, 1991.

[33] STIGLITZ, Joseph, *Economic organization, information, and development*, en CHENERY, H. and SRINIVASAN, T. N., Handbook of Development Economics, Vol. I, Elsevier, 1989.

Las transacciones de bienes y servicios de base científico-tecnológica lleva a Lundvall a incorporar el concepto de mercados organizados en las relaciones productor-usuario[34]. Aquí cabe recordar que el proceso de intercambio y de formación de precios es más complejo que para los bienes convencionales. Aspectos relevantes en estos complejos de actividad son la producción de *variedad* (formación académica, investigación básica, aplicada, desarrollo tecnológico, etc.), las modalidades de la transferencia de tecnología (sólo se transfiere el know how) y los mecanismos de vinculación (centros de investigación - empresas).

En el ámbito de las industrias de tecnología avanzada, los rendimientos crecientes favorecen el desarrollo de mercados imperfectos. En este caso deben evaluarse los monopolios y oligopolios en términos de las innovaciones. Si resienten las mismas, deben ser regulados, caso contrario, no deben regularse. Con respecto a los mecanismos de protección de las innovaciones (patentes, licencias) se relativizan sus efectos. La superioridad de las tasas de retorno social respecto de la privada, en un contexto de rendimientos crecientes, impulsa la producción de bienes y servicios de tecnología avanzada. Ello lleva a priorizar las actividades innovadoras como la garantía más relevante para mantener y expandir la participación en los mercados de bienes con elevado contenido tecnológico. En este contexto, la competencia perfecta no es dominante: si lo es la competencia imperfecta. Más aún, si bien las empresas tienen en cuenta los precios, su prioridad respecto de las estrategias la constituyen las innovaciones. Éstas son las que generan ventajas competitivas.

1.11. HISTORIA

El tratamiento de la historia importa en dos dimensiones. El *tiempo histórico real* recoge los acontecimientos científico-técnicos destacando los aspectos institucionales, culturales y económicos que acompañan a dicho fenómeno. Cuando los hechos se describen teóricamente surge otro tiempo. En la teoría adquiere relevancia el *tiempo lógico* que aprehende tales hechos en muchos casos en contradicción con los hechos reales. En consecuencia tenemos, por un lado la descripción del hecho histórico real y por otro lado, la visión explicativa que intenta dar razón de los mismos sobre la base del tiempo lógico. Es una ambivalencia destacada por Marx, Schumpeter, Robinson, Hicks y Kaldor, entre otros.

Marx relaciona el tiempo histórico con el lógico. Zeleny[35] destaca esta preocupación en Marx para quién los conceptos reconocen en su formación raíces histórico-sociales. Su reconstrucción en un modelo lógico-formal captura lo general que sólo existe en lo particular, es decir a través de los *hechos históricos*. Además los conceptos recorren una secuencia: génesis, existencia y muerte: es decir son específicos a un modo de producción determinado. Esta forma de reproducir la realidad no implica siempre que lo histórico y lo formal coincidan. Así la tasa media de beneficios que es central

[34] CORONA, Juan Manuel; DUTRÉNIT, Gabriela y HERNÁNDEZ, Carlos A., *La interacción productor-usuario: una síntesis del debate actual,* Comercio Exterior, Vol. 44, Nº8, México, Agosto de 1994.

[35] ZELENY, Jindrich, *La estructura lógica de "El Capital" de Marx*, Ediciones Grijalbo S.A. Barcelona-Buenos Aires-México, 1974, 59-110.

en el capitalismo surge en un momento histórico anterior. El propio modelo de Marx construido para un capitalismo de libre concurrencia requiere ser reelaborado a partir de sus relaciones básicas a fin de representar la actual dinámica del sistema capitalista. La convergencia de la historia real con todo modelo lógico continúa siendo esencial para comprender la eficacia de cualquier modelo teórico.

Schumpeter[36] señala que sin historia no es plausible el análisis económico. Si la economía es cambio y transformación, ella ocurre en el tiempo histórico. La dinámica económica debe reconocer, entonces, los factores históricos que empujan el desarrollo. Su motor es la innovación, única fuente de generación de beneficios en el capitalismo.

Robinson destaca que en los modelos convencionales se privilegia la noción del tiempo lógico que no siempre concuerda con la del tiempo histórico[37]. En el primer caso se gana con la representación de segmentos de la realidad donde predomina la coherencia, precisión y reconocimiento de la estructura paramétrica del sistema. No obstante, tanto en la concepción estática como en la dinámica convencional, se plantean situaciones extrañas a la descripción histórica. Ésta exhibe mayor riqueza en la representación de los hechos del pasado. Sin embargo, la ausencia en la descripción histórica de modelos explícitos disminuye drásticamente el proceso de explicación y de predicción de los fenómenos económicos[38]. Los modelos formales deben conciliar entonces los procesos históricos reales en una perspectiva integradora (holista) de las ciencias sociales. Si tomamos la dimensión económica, la corriente dominante (neoclásica) en su visión ortodoxa especializa totalmente el análisis y lo sustrae del resto de las disciplinas sociales, al tiempo que se refugia en una interpretación ahistórica, en la que se alcanza el equilibrio y la estabilidad en el sistema sobre la base de una modelización exclusivamente lógica del tiempo. En consecuencia, toda teoría construida fuera del tiempo real es ineficiente para inferir los hechos relevantes del mundo real descriptos por la historia. Además en el modelo neoclásico se supone la reversibilidad temporal de los procesos y se proyecta la economía futura en un contexto de estado estable. Si la evolución económica registra cambios se deben reemplazar los supuestos de reversibilidad y de estado estable. En el mundo dominado por la reversibilidad de los procesos no hay espacio para los fenómenos de histérisis positiva y negativa que inducen desequilibrios, círculos viciosos o virtuosos de crecimiento económico.

Kaldor[39], al enfatizar el impase que se vive en el terreno teórico, señala que para la construcción de un modelo abstracto se debe incorporar una noción del tiempo como proceso continuo e irreversible. Todas las cosas están en un cambio continuo y las fuerzas que empujan tales cambios son endógenas al sistema. En este sentido la construcción de modelos debe hacer converger, en la medida de lo posible, al tiempo lógico con el tiempo histórico[40]. El tiempo histórico con su heterogeneidad y discontinuidad no es reductible al tiempo lógico que es homogéneo, continuo (modelos teóricos). Los cambios estructurales surgidos de la actividad tecnológica, social, política e

---

[36] SCHUMPETER, Joseph, *Capitalism, socialism and democracy*, Harper Torchbooks, 1975.

[37] ROBINSON, Joan, *Time in economic theory*, Kyklos, Vol. 33, 1980.

[38] WALLERSTEIN, Immanuel, *A theory of economic history in place of economic theory?*, Revue Économique, Nº2, March 1991.

[39] KALDOR, Nicholas, *Economic without equilibrium*, M. E. Sharpe, Armonk, New York, 1985.

[40] HUGON, Philippe, *L'économie du developpement, le temps et l'histoire*, Revue Économique, Vol. 42, Nº2, 1985.

institucional observados en la dimensión histórica, deben ser capturados con mayor intensidad en la dimensión teórica.

Respecto de los modelos formales, el supuesto de estado estable reduce la dinámica del sistema a una evolución gradual en un ambiente de relaciones tecnológicas, sociales, institucionales, culturales, constantes. Con ello se eliminan los cambios, mutaciones estructurales que alteran las relaciones entre variables y subsistemas, las que se profundizan a través de rezagos, bloqueos, conflictos, etc.

En lo que concierne a los *procesos productivos,* éstos contienen insumos diversos que evolucionan históricamente y que no son incorporados para su análisis en la formulación convencional de las funciones de producción. En el mundo schumpeteriano las variables de crecimiento (capital, trabajo, tierra) se incrementan en forma regular en tanto que las de desarrollo (ambiente socio-cultural e innovación) desatan cambios estructurales, discontinuos, que sí son percibidos en escenarios evolucionistas. Un rasgo esencial en estos escenarios son los regímenes de acumulación de capital que relacionan las regularidades que surgen de la interacción de la organización de la producción, del mercado laboral, de la distribución de ingresos y de los comportamientos de la demanda. El desplazamiento de un régimen de acumulación a otro configura un proceso de *transición* en el cual las demoras en cuanto a la duración esperada del mismo, se deben a la intensidad de conflictos que plantean los cambios estructurales, y la desestructuración que ocurre en los diversos subsistemas sociales. La intensidad de los bloqueos, conflictos, etc., retarda en todas las áreas la evolución de la vida social.

Una aproximación al tiempo histórico desde los modelos no lineales lleva al planteo de que sí la historia importa (sendero dependencia), su análisis demanda mecanismos de realimentación. Si las condiciones iniciales influyen (un cambio infinitesimal al inicio produce amplificaciones que alejan al sistema del equilibrio), se debilitan las predicciones. Si el sistema reconoce equilibrios múltiples por efecto de la diversidad de rendimientos crecientes y externalidades, si hay un proceso de estructuración-desestructuración de la vida social y surgen bifurcaciones en la evolución temporal del sistema, entonces la representación de los hechos económicos debe ser hecha en otro contexto de modelización. Los modelos de dinámica no lineal, se ajustan en buena medida a estas exigencias.

La representación de los *sistemas complejos* a través de modelos formales se extiende al campo de los modelos cualitativos, tanto para lograr una adecuada representación de los diversos subsistemas que integran la vida social donde es difícil cuantificar, como para compatibilizar conceptos y relaciones que coevolucionan historicamente.

El enfoque evolucionista profundiza el tratamiento analítico de los procesos de co-evolución[41]. La representación económica, social, tecnológica e institucional se integra en un modelo de causación circular y acumulativa del capital en el que se enfatizan los roles que juegan la historia y la co-evolución[42].

---

[41] NELSON, Richard R., *The co-evolution of technology, industrial structure and supporting institutions,* Industrial and Corporate Change, Vol. 3, N°1, 1994.

[42] SETTERFIELD, Mark, *'History versus equilibrium' and the theory of economic growth,* Cambridge Journal of Economics, 21, 1997.

La evolución del sistema económico, puntualiza Rosenberg[43], es diferente de aquel que se establece en el modelo de equilibrio general. En éste el sistema, en lo esencial, no cambia. Esto es opuesto a lo que ocurre en el mundo real, donde hay fuerzas estructurales (búsqueda de beneficios, instituciones, etc.) que operan como detonadores del cambio. En consecuencia el sistema no tiende al equilibrio estable dado que se refuerzan los cambios que alejan al sistema del equilibrio[44]. La evolución es *no lineal*; el orden y las estructuras son el resultado de fluctuaciones (procesos de autoorganización). Los desplazamientos son irreversibles, al tiempo que los senderos de evolución, bajo ciertas condiciones, se bifurcan; se anula la predecibilidad de mediano y largo plazo, siendo incierta la de corto plazo, en particular en el mercado de capitales. En resumen, la economía es un sistema que opera en los bordes del caos; sus ciclos económicos son inevitables.

La literatura actual, en particular aquella que se formaliza en los modelos no lineales incorpora el hecho histórico en forma parcial. Cuando en los modelos no lineales se señala que las condiciones iniciales marcan la evolución del sistema (la historia importa) sólo recoge una variante: la irreversibilidad temporal de los procesos y la aparición del fenómeno de histérisis (los efectos transitorios devienen permanentes). Además, la discontinuidad del proceso en un modelo dinámico no lineal sólo representa parcialmente el cambio estructural que es un fenómeno multidimensional. Una aproximación más cercana al movimiento económico real es proporcionada por Setterfield en el trabajo citado, en el que parte del modelo de causación circular y acumulativa del capital, versión kaldoriana de Dixon y Thirlwall. Reemplaza la noción de equilibrio al incorporar la noción de la historia como eje central en el análisis del crecimiento y del desarrollo. Sin embargo, las condiciones iniciales que empujan al modelo a un crecimiento sustentable no se ajustan a los denominados hechos estilizados que se registran en la evolución temporal del sistema. A tal fin, Setterfield incorpora al citado modelo la noción de *loock-in* (encerramientos tecnológicos e institucionales) y de *interrelatedness* (interrelación plena de los diversos componentes de un sistema que provocan rigideces). Ello coloca al modelo en un sendero histórico real que permite comprender mejor los hechos del pasado en el que juega un rol central la coevolución de las variables.

1.12. SISTEMA

Los sistemas contienen elementos interrelacionados que conforman un todo. Sus propiedades (analogía, semejanza) son comunes a todos los sistemas. A su vez los elementos y relaciones se expresan en modelos que individualizan, a través de la especificación de los parámetros, la estructura del sistema.

---

[43] ROSENBERG, *Schumpeter and the endogeneity of technology*, Routledge, Taylor and Francis Group, London, 2000.

[44] MYRDAL, Gunnar, *Institutional economics*, Journal of Economic Issues, Vol. XII. Nº4, December 1978.

En los *sistemas sociales* se destacan los siguientes atributos:

- *complejidad*: elevada cantidad de interrelaciones no lineales, con retroalimentación positiva (se incrementan los desvíos producidos a partir del estado de equilibrio).
- *diversidad de subsistemas*: económico-social, científico-tecnológico, político-institucional, etc.
- *valorización*: sus objetivos se hallan orientados por una jerarquía de valores.
- *capacidad de aprendizaje*: facilita el desarrollo de los recursos humanos y de la práctica científico-tecnológica. Ello conduce a la interacción dinámica del hombre con su ambiente.
- *balance de fuerzas*: entre los subsistemas mediante la comunicación y las transacciones, que reducen los conflictos.
- *cambio estructural*: son propiedades emergentes en los sistemas que llevan a la instalación de una dinámica en los que la historia importa. La existencia de un estado del sistema a otro sobrepasa las limitaciones del supuesto de estado estable.

La preservación de una correspondencia homomórfica entre los elementos (ciudadanos, empresas, instituciones sociales, culturales, etc.) y el sistema productivo-social-cultural obliga a una evaluación y control continuo de los atributos antes señalados

Con relación a los sistemas sociales, éstos se asemejan a los organismos vivos en que aprenden de la experiencia y se adaptan. La diferencia reside en que el organismo social tiene capacidad para generar decisiones racionales, esenciales para resolver problemas y producir nuevas situaciones que se caracterizan por su irreversibilidad temporal. Además, la reproducción social del sistema genera un proceso de retroalimentación positiva que en su secuencia de desorden-orden conduce a un nuevo estadio de desarrollo. Se trata de sistemas abiertos en que el orden se crea a partir del desorden, y que para la concepción de la termodinámica actual, termodinámica no lineal de estructuras disipativas, se hallan situados lejos del equilibrio.

El sistema como se ha señalado opera en el curso del tiempo histórico. En consecuencia el análisis de la estructura social a través del modelo de equilibrio general neoclásico, elude el tratamiento del tiempo real. No contempla los cambios y transformaciones que caracterizan la evolución de la economía. Es una visión atemporal y aespacial que perpetua el sistema, y permanece ajena a sus cambios. Éstos sólo se aceptan si entran en el mundo del equilibrio estable. Son cambios menores que no alteran en lo esencial al sistema. Al no captar los cambios que ocurren en el mundo real, su visión prospectiva es básicamente errónea.

El acople al sistema precedente de nuevas actividades genera *incertidumbre* sobre el uso de las nuevas tecnologías y su aceptación por los consumidores. Surgen nuevas propiedades emergentes las que dificultan su inserción con el resto del sistema. La interpenetración de las industrias dominantes en la segunda revolución industrial con las industrias de tecnología avanzada, origina problemas de integración entre estos dos procesos; la solución lenta de tal integración se extiende al campo institucional, social y cultural.

Los *sistemas* se representan a través de *modelos* que dan una representación simplificada de la realidad. Cuando se establece cuantitativamente la especificación empírica de sus parámetros, se identifica la *estructura* del mismo. En el ámbito de la empresa, la estructura muestra los elementos (producción, compras, ventas, etc.) y las relaciones que predominan a través de los procesos de decisión, comunicación e influencia.

Las industrias de tecnología avanzada portadoras de fuertes innovaciones tecnológicas y organizacionales tornan más denso, más complejo el funcionamiento del sistema económico-social. Así, en el campo organizacional surgen estructuras de gestión flexibles que optimizan el uso de los recursos. Se organizan las actividades por áreas: telecomunicaciones, industrias, gobierno, servicios. Las demandas se satisfacen a través de áreas muy especializadas. Se trabaja en equipo, lo que fortalece la solidaridad en la obtención de los bienes. Las innovaciones se reemplazan en un breve lapso de tiempo por otras (destrucción creativa endógena), lo que obliga a reducir la heterogeneidad de las normas industriales en el sistema económico.

1.13. COMPLEJIDAD

La complejidad de los sistemas resulta de procesos evolutivos. Los sistemas simples al reproducirse enfrentan transformaciones internas y de contexto. Retienen las propiedades básicas e incorporan otras que emergen de los procesos evolutivos. Se incrementan sus elementos y las relaciones que los involucran. Las formas en que ocurren estas transformaciones, y la dirección en que se desplaza el sistema sólo puede captarse en la actualidad con modelos que toman muy pocas variables y relaciones, con respecto al todo. En consecuencia, la complejidad está dada por lo que se ignora en la construcción de estos modelos. La representación de los sistemas complejos a través de la dinámica no lineal aporta, no obstante, instrumentos para una mejor representación de los fenómenos económicos, sociales y tecnológicos. Mejora la comprensión de las interconexiones de las variables de los sistemas complejos. Como contrapartida, no se reconocen todas las variables que se manejan con lo que se debilita el análisis del cambio estructural. Éste es esencial en los estudios sobre tecnología y procesos de aprendizaje que son específicos para cada rama de actividad.

Las nociones de complejidad y caos han generado una verdadera revolución en el campo de las ciencias naturales, sociales y de la cultura. El denominado Instituto de Santa Fe, en Nueva México, lleva a cabo desde 1984 importantes estudios multidisciplinarios sobre la ciencia de la complejidad[45]. Nuevos abordajes de la relación entre historia, dialéctica y dinámica no lineal, preludian novedosos e importantes avances en el mundo del pensamiento científico-tecnológico[46].

Una herramienta que facilita el análisis de la complejidad de los sistemas es la *teoría del caos*. Se trata de un tipo de modelo en la dinámica no lineal, en el que la dependencia de las condiciones iniciales determina que

---

[45] ARTHUR, Brian W.; DURLAUF, Steven y LANE, David A.; (Ed.), *The economic as an evolving complex system II*, Perseus Books, 1997.

[46] ROSSER, J. Barkley Jr., *Aspects of dialectics and non-linear dynamics*, Cambridge Journal of Economics, 24, 2000, 311-324.

pequeños cambios en la variable o parámetro se traduzcan en cambios muy fuertes en el sendero dinámico. Éste es el denominado efecto mariposa en que su aleteo podría causar huracanes en otras partes del mundo. En realidad según Lorenz[47], en el apéndice de su libro, el efecto mariposa es una metáfora alrededor de las limitaciones de la capacidad predictiva de los sistemas complejos. Un aspecto relevante de esta teoría es su contribución al tratamiento del cambio estructural. Tal cambio se puede controlar mejor, con lo que aumenta la capacidad de orientar su evolución. Entre la estabilidad relativa de los sistemas (orden) e inestabilidad con mayor desorden (caos), el sistema opera en una zona intermedia: *el borde* del *caos*. Es en este contexto donde mejor se analiza el proceso de invención-innovación. El sistema es susceptible de mayor control si la flexibilidad decisional es elevada, la que es acotada por la racionalidad limitada de los agentes económicos y su capacidad de adaptación a los cambios. En consecuencia, si en el funcionamiento de los sistemas complejos se acepta omntologicamente el estado estable, el sistema se encierra en un mundo sin cambios ajeno al tiempo histórico. La estabilidad, tal como se conceptualiza en el mundo neoclásico, sin cambios y con un modelo decisional de racionalidad absoluta, apunta a un reduccionismo conceptual de los sistemas complejos que ignora los profundos desequilibrios del sistema económico.

Los *sistemas dinámicos no lineales,* en particular aquellos que arriban al borde del caos, se caracterizan por su retroalimentación positiva (se incrementan los desvíos desde el estado de equilibrio). Aquí la historia importa, aunque en forma parcial como se ha señalado. Con ello se reconoce *la irreversibilidad* temporal de los procesos: el sistema es sensible a las condiciones iniciales en que opera el mismo. Se formará entones un crecimiento *sendero dependiente* en la que los sucesos pasados influyen en el futuro.

Otro rasgo relevante es la *bifurcación*: los cambios en el sistema desatan estados cualitativamente diferentes. Cuando el sistema alcanza un punto crítico, el equilibrio se desdobla en dos equilibrios, éstos en cuatro y así sucesivamente. Las *bifurcaciones* operan en cascada. Se trata de la ruptura entre dos estados siendo el nuevo, un tipo de estado que en el lenguaje de la teoría de la autoorganización se denomina estructura disipativa.

En su evolución, los sistemas complejos exhiben nuevos elementos, funciones y cambios cualitativos. Son las *propiedades emergentes* del sistema que se complejiza como resultado de los cambios estructurales. Las propiedades emergentes caracterizan a los sistemas complejos. En su dinámica se registran interacciones y transformaciones de calidades y cantidades que hacen nacer *nuevas entidades*. En este contexto se *disipan* estructuras y surgen nuevas instituciones, métodos, etc. Si las nuevas entidades y propiedades del sistema se las pretende analizar en el contexto de teorías desarrolladas para otras situaciones, se producirá junto con la crisis del sistema real, una crisis epistemológica de fundamentos que demanda para superarla, innovaciones en todos los campos.

El caos se asocia a la aparición de *atractores extraños*. Los atractores extraños son aperíodicos y operan con un efecto multiplicador elevado. Aparecen y desaparecen abruptamente y cambian en forma discontinua su tamaño. Son una manifestación de la crisis en la evolución del sistema. Los atractores extraños son incorporados a la literatura en forma sistemática por

[47] LORENZ, Edward, *La esencia del caos*, Editorial Debate S.A., Madrid, 1995.

el meteorólogo del Instituto Tecnológico de Massachusetts, Lorenz, que da un impulso notable a los estudios sobre la teoría del caos. Una particularidad de los atractores extraños es que son objetos fractales.

Los *fractales* son objetos que se caracterizan por la *autosimilitud*: tienen la misma estructura en todas las escalas. Es una escala reducida del todo. El matemático, ingeniero y economista Mandelbrot[48] aporta a la geometría esta nueva dimensión. La dimensión *fraccional* pone de relieve que la geometría convencional no ocupa todo el espacio.

La calidad y novedad de estos aportes a los estudios sobre la complejidad ha llevado a desarrollar la denominada *economía sinergética,* que se centra en el análisis de las interacciones dinámicas de variables y niveles de todo sistema dinámico. El concepto de *sinergia* de acuerdo a Stöhr[49] es usado por primera vez en el mundo de la actividad química y la farmacéutica. En el mundo de las ciencias sociales puede traducirse como el *efecto de interacción* producido por la acción combinada de dos o más variables o niveles, que superan los efectos sumados que producen tales elementos tomados aisladamente.

Una manifestación de la complejidad del sistema es, como se ha señalado, su tendencia a oscilar entre el orden y el desorden, el equilibrio y el desequilibrio. El ordenamiento del sistema y el correspondiente desorden se analizan mediante la entropía.

La *entropía* es una medida del desorden por pérdida de información. La complejidad del sistema requiere que se conozca el funcionamiento analítico del mismo. Éste es un problema de información. A mayor información crece el orden que está condicionado por la capacidad del sistema para asimilar los complejos procesos de aprendizaje e incrementar la capacidad de dirección del mismo. Ello da lugar a un sistema ordenado más complejo. En consecuencia la *complejidad* del sistema económico-social, con sus manifestaciones cíclicas, de crisis, reactivaciones, mutaciones tecnológicas, cambios sociales, etc., exige un tratamiento sistemático y profundo de los mismos. También en lo que se refiere a su comportamiento futuro, tendencias probables de evolución, efectos netos de medidas de política económica, etc.

Un tema central en el análisis de la complejidad es la noción de *tiempo irreversible.* Tanto en la visión estática como en la dinámica convencional, se plantean situaciones extrañas a la descripción histórica. En la descripción histórica los modelos deben conciliar los procesos históricos reales en una perspectiva integradora (holista) de las ciencias sociales. La corriente neoclásica se refugia en una interpretación *ahistórica,* en la que se alcanza el equilibrio y la estabilidad en el sistema sobre la base de una modelización exclusivamente lógica del tiempo. En él se admite la reversibilidad temporal de los procesos y se proyecta la economía futura en un contexto de *estado estable.* Se simplifica la representación del mundo sobre la base de supuestos no verificables, valores inmutables, y a un ordenamiento formal en el que se instala el tiempo lógico, reversible. Frente a ello el programa de investigación clásico-demanda efectiva sostiene el carácter *irreversible* de los procesos económico-sociales. Como lo señala Robinson, el futuro puede devenir pasado, pero nunca el pasado devendrá futuro. Cada momento es una combinación única de pasado y futuro. No sólo estamos ante una asimetría entre el pasado

---

[48] MANDELBROT, Benoit, *Los objetos fractales*, Tusquets Editores, S.A., 1996.

[49] STOHR, Walter, *Regional innovation complexes*, Papers of the Regional Science Association, Vol. 59, 1986, 29-44.

y el futuro, sino que el ambiente económico de cualquier decisión no se repetirá exactamente. Además, el futuro está sujeto a construcción. Esta evolución no es lineal, las sociedades registran involuciones en su organización social, si bien el rasgo dominante es el de irreversibilidad temporal de los sistemas.

CAPÍTULO 4

ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN (II)

Se describen en este capítulo conceptos y modelos que conforman el núcleo básico de la economía de la innovación.

1. CONCEPTOS RELEVANTES

1.1. INNOVACIÓN

La *innovación,* concepto desarrollado por Schumpeter[1], es la actividad empresarial-institucional basada en nuevas combinaciones de los productos del conocimiento, sean insumos, procesos, bienes, mercados, actividades financieras, sociales, ambientales, legales e institucionales. Debe satisfacer criterios de rentabilidad económica y financiera, y ser aceptada por los consumidores. La innovación es una fuente inagotable de nuevas oportunidades al ligar el desarrollo científico-tecnológico con las necesidades humanas no satisfechas. Al aportar mayor equidad, calidad de vida y mejor medio ambiente presente y futuro a la sociedad, es el pilar básico del desarrollo sustentable.

Las innovaciones son procesos histórico- sociales, multidimensionales, de riesgo, en los que el aprendizaje y las capacidades tecnológicas e institucionales juegan un rol central. Es un esfuerzo colectivo que envuelve una fuerte retroalimentación entre los actores, desarrollando complejos procesos de intercambio de información, de ideas y de recursos. La calidad y cantidad de los bienes materiales e intangibles que se generan, dependen en buena medida de la eficiencia del sistema nacional de innovación y de la organización de las actividades en "fábricas del conocimiento" (complejos de ciencia y tecnología). Estos complejos fortalecen el desarrollo productivo-social de los polos y centros de crecimiento, acentuando su eficacia al localizarse las actividades en parques científico- tecnológicos.

La innovación motoriza el *cambio estructural.* Con respecto a éste, las interpretaciones difieren. La corriente de investigación neoclásica no incorpora el cambio estructural, sólo lo acepta como simple deslizamiento de la misma función de producción; no hay espacio para discontinuidades ni desarrollo en el sentido schumpeteriano. Las funciones esenciales del sistema se repiten. En cambio, la corriente de investigación clásica-demanda efectiva, si bien reconoce que las funciones esenciales se repiten, afirma que en todo proceso

[1] SCHUMPETER, Joseph, *Teoría del desenvolvimiento económico*, Ed. Ariel, Barcelona, 1962.

dinámico esas funciones son alteradas irreversiblemente por los cambios estructurales, y por el contexto.

Los bienes que genera la secuencia no lineal, con realimentación positiva:

... aprendizaje ↔ investigación básica ↔ investigación aplicada ↔ desarrollo tecnológico ↔ innovación ↔ actividades productivas ...

se producen en un contexto fabril de *rendimientos crecientes* y *economías de variedad* (producción diversificada de bienes). Los bienes y servicios producidos desatan fuertes externalidades positivas, las que junto con los recursos humanos calificados, *valorizan* substancialmente el capital productivo-social. Las *inversiones innovadoras* conforman, por lo tanto, el *núcleo* de transformación más dinámico en el sistema económico-social.

Las innovaciones están intrínsecamente relacionadas con la invención, y con la difusión.

La *invención* es el resultado de la capacidad para desarrollar conexiones entre los elementos, la habilidad para percibir analogías ocultas. Es un momento en que la abducción, basada en la analogía y la semejanza, asociada a otros métodos y a la observación, sirve para ampliar mediante nuevos conceptos, relaciones y artefactos, el campo del conocimiento. La invención que en siglos pasados se centraba en la actividad de los individuos, pasa lentamente al mundo institucional. En este largo período hasta la actualidad, las universidades y los laboratorios de las empresas internalizan la mayor parte de esta actividad, bajo la forma de investigaciones desinteresadas o no, desde el punto de vista económico. La relación invención-innovación se vuelve más dinámica.

La *difusión* de las innovaciones depende de las barreras económicas, sociales y culturales que existen en el espacio regional, local. A su vez, la ausencia de complementariedades con otras innovaciones es un factor de freno (no se desarrolla la industria del automotor si hay déficit de rutas y de estaciones de servicio). También las fallas en la coordinación de las innovaciones retardan la difusión, al tiempo que son esenciales las facilidades de financiamiento, las que contribuyen a reducir la incertidumbre de los procesos de difusión. La *tasa de difusión* de las innovaciones depende de la superación de las barreras citadas, de la habilidad de los adoptantes de las innovaciones para anticipar sus posibles usos y de las ventajas económicas de las mismas con relación a procesos o productos vigentes.

La difusión de la innovación en el mundo neoclásico implica una adopción instantánea (dado que la plena reversibilidad de las inversiones permite la inmediata disponibilidad de recursos para reformar la capacidad productiva de la economía), o gradual si se admite cierta irreversibilidad. En este caso, la economía se ajusta a la tecnología, a través de la difusión de la innovación. La teoría evolucionista, por el contrario, considera al proceso de innovación como una trayectoria en la que se suceden intercambios multidimensionales entre las variables económicas, sociales, institucionales y

tecnológicas. Aquí la economía no se ajusta pasivamente a la tecnología, sino que es determinante de la extensión, naturaleza y tiempo de inserción de la tecnología.

Un conjunto de innovaciones que en un determinado momento histórico domina en el proceso de acumulación del capital, se denomina *sistema técnico*. B. Gillé[2] lo define como un conjunto de técnicas complementarias, articuladas alrededor de una o varias invenciones dominantes en un momento dado de la historia. El nuevo sistema técnico debe corresponderse con cambios que se registran en la demanda, el empleo y los ingresos. Ello consolida las bases para un nuevo contrato social (régimen social de acumulación del capital). Schumpeter le da el nombre de *racimos de innovaciones*, esenciales para motorizar el desarrollo.

Según la *intensidad de las innovaciones*, éstas se clasifican en incrementales y radicales.

Las *innovaciones incrementales*: comprenden mejoras graduales en el proceso productivo. Si las innovaciones de productos y procesos se da conjuntamente, predomina la innovación incremental. Frente a ellas es difícil competir con alternativas que deben asociar ambos aspectos. Las empresas pymes muestran una fuerte presencia en el campo de la innovación incremental.

Las *innovaciones radicales* caracterizan a las denominadas revoluciones tecnológicas, en las cuales se altera el conjunto de técnicas que utiliza el sistema capitalista. Son las innovaciones dominantes en las industrias de tecnología avanzada.

La incorporación de los bienes científico-tecnológicos, del capital humano y del ambiente socio-cultural como *insumos* que se agregan a los convencionales (tierra, trabajo, capital), en un proceso productivo de tipo schumpeteriano, rescata rasgos histórico-sociales que junto con los institucionales permiten tener una mejor representación de la dinámica económica[3]. Aspectos fundamentales de la innovación (transformación de los conocimientos científicos y tecnológicos en procesos productivos comercializables y rentables) se comprenden mejor al relacionar los mismos en el contexto de realimentación positiva entre la microeconomía, la mesoeconomía y la macroeconomía. Asimismo, la innovación es indisociable de la secuencia no lineal: —ciencia - tecnología - productividad - competitividad—.

Con relación al *sujeto innovador*, éste se modifica en el tiempo. La evolución de la ciencia, la tecnología y la innovación; y la inserción directa de las mismas en el sistema productivo modifican su naturaleza. Conforme a Vence Deza[4] ésta va desde el empresario innovador, abarca luego a las grandes corporaciones (detectados ambos por Schumpeter), hasta llegar a la actual concepción regional del sujeto innovador expresado en los parques de ciencia, de tecnología, etc. Señala que estas transformaciones ocurren a lo

[2] GILLE, Bernard, *Histoire des tecniques*, Gallimard, París, 1978.

[3] WEISSKOPF, Thomas; BOWLES, Samuel y GORDON, David; *Hearts and minds: a social model of U.S. productivity growth,* Brookings Papers on Economic Activity, N°2, Washington, 1983.

[4] VENCE DEZA, Xavier, *Economía de la innovación y del cambio tecnológico,* Siglo Veintiuno de España Editores, S.A., 1995.

largo de un proceso donde la "industrialización de la ciencia", que endogeniza la ciencia, la tecnología y la innovación, desata la "intelectualización de la producción", en la que predominan los insumos de la información y del conocimiento.

La evolución del cambio técnico en las industrias de tecnología avanzada conduce a un proceso de destrucción creativa hacia el interior de la empresa: la nueva tecnología supera a la anterior (ésta se vuelve obsoleta). La preservación de los beneficios extraordinarios que surgen de la innovación tecnológica y organizacional impulsa la continuidad del cambio técnico.

Los procesos masivos de innovación muestran históricamente resultados contradictorios. La innovación supone progreso material, social y cultural. Sin embargo se reitera, en una primera etapa, un incremento de las desigualdades sociales y un mayor desempleo. La revolución verde de los años 60 se caracterizó por un incremento de la riqueza en sectores minoritarios, frente a un aumento de la marginalidad e incluso del hambre en particular en los países subdesarrollados.

En consecuencia debe *compatibilizarse* la incorporación de innovaciones en el sistema productivo (progreso material) con las demandas de empleo y de mayor equidad en los ingresos (progreso social). Las innovaciones abren el camino para actividades y fábricas nuevas, pero generan desocupación en un primer momento. Sin embargo la complejización e integración del tejido productivo determinan nuevas y crecientes demandas en el mercado laboral. Si ello no ocurre en el corto y mediano plazo es porque predominan estrategias de desarrollo centradas en pocos sectores, sin capacidad de propagación al resto del sistema, y cuyo resultado social es la desocupación y la marginalidad. La complejidad del proceso innovador obedece a que su concreción está ligada a la elección de técnicas disponibles y éstas no son ajenas a las relaciones sociales dominantes. Es por ello que la propagación de las innovaciones, cuando se producen, generan nuevas relaciones sociales, cambios en la distribución de ingresos y nuevas oportunidades de empleo. La *compatibilización* dependerá, entonces, del conjunto de estrategias de cambio estructural y de transición que tengan entre otros objetivos tanto absorber y difundir innovaciones como sostener e incrementar el empleo.

El impacto de las innovaciones en el mundo académico se traduce en nuevas carreras y disciplinas que se realimentan con las innovaciones. Se gesta así un *nuevo ciclo* en el proceso de formación de recursos humanos en las universidades. En consecuencia, los ciclos profesional y de investigación se completan con el ciclo de innovación[5]. Los dos primeros actualizan y amplían el campo de materias acorde con la actual revolución científico-tecnológica. Se suma a ellos un nuevo ciclo en formación, el de *innovación*, que comprende actividades académicas y operaciones de experimentación y de simulación. Entre otras, cabe citar las actividades de formación de emprendedores, de incubación y desarrollos tipo spin offs de las empresas industriales.

La formación de *emprendedores* que asocia a empresarios y docentes en la capacitación de hombres de empresa es uno de los aspectos más innovadores en la formación de recursos humanos. Es un espacio innovador para el desarrollo de nuevas modalidades de aprendizaje destinada a potenciar capacidades. La complejidad del sistema económico-social, dominado en forma

[5] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *El subsistema de innovación: un nuevo ciclo de actividad en la universidad*, Departamento de Doctorado, Facultad de Ciencias Económicas, UNLP, La Plata, Julio de 1990.

creciente por el conocimiento, obliga a aumentar el entrenamiento de los futuros hombres de empresa.

Con relación a la *incubación* se trata de una actividad que comprende a empresarios, administradores, consultores e investigadores que simulan las condiciones de funcionamiento de futuras empresas sobre la base de las condiciones técnicas y de capital de riesgo disponibles. Con ello se anticipa un mejor desarrollo productivo y la supervivencia de las mismas en el mercado. En la medida en que el tiempo de incubación elimina o reduce defectos potenciales, se conoce mejor el funcionamiento fabril y la capacidad de adaptación al contexto. La empresa incubada tendrá, en consecuencia, una probabilidad elevada de alcanzar un mejor comportamiento en el mercado.

Las empresas *spin-offs* son las que desarrollan y comercializan en forma directa el resultado de investigaciones llevadas a cabo por unidades de investigación (unidad madre), con el fin de obtener nuevos resultados, bienes y transferir tecnología.

Las actividades citadas están destinadas a desarrollar la vinculación universidad-empresa.

La *vinculación* se define como el proceso de interacción con retroalimentación positiva entre las empresas productivas y de servicios y los entes de investigación. La vinculación sistematiza la producción de los diferentes conocimientos que genera la actividad científico-técnica, la que junto a los productos específicos es ofrecida a las empresas y/o demandada por éstas. Su eficacia se mide por las acciones que tienden a reducir costos en las empresas, vía cambio técnico. Este proceso se da intra e inter sistema nacional de innovación, siendo el más relevante el que se produce en el contexto de la innovación tecnológica y organizacional. La vinculación comprende numerosas actividades. La sistematización de las mismas se basa en la producción, almacenamiento y difusión de la información, en particular sobre desarrollo, macroeconomía y agentes económicos que operan en el espacio local, regional, nacional. En este sentido, los bancos de datos sobre la oferta y demanda de tecnología permiten construir una relación efectiva entre las universidades y las empresas.

Un aspecto esencial en el proceso de vinculación *universidad-empresa* es el análisis y diferenciación de los objetivos, valores y tiempos de las universidades y las empresas. A las universidades le son específicos el fomento de la actividad filosófica, humanistica y artística, el desarrollo de la ciencia básica en forma desinteresada, el desarrollo tecnológico y la formación de profesionales. A fin de atender a estos objetivos, los tiempos se encuadran en la media y larga duración. Las empresas, en cambio, si bien incursionan en investigación básica y aplicada, y fundamentalmente en el desarrollo tecnológico, e incorporan conocimiento y profesiones, portadores de fuertes externalidades, priorizan la generación de beneficios en el corto y mediano plazo. Confundir estos niveles conduce a degradar el conocimiento, reduciendo a las universidades a una simple empresa mercantil.

Respecto de las universidades, éstas incorporan un nuevo ciclo. A los reconocidos ciclos profesional y de investigación, se agrega el de innovación, aún no sistematizado.

El ciclo en formación de la innovación es el resultado de la actual revolución científico-tecnológica, cuyos rasgos más salientes son:

- Las inversiones innovadoras incrementan la productividad, vía el progreso técnico, fuente genuina de generación de competitividad.
- La innovación es cada vez menos casual; ella tiene cada vez más continuidad.
- El empresario innovador e investigador universitario modifican sus conductas, logrando un significativo efecto sinérgico.
- Cobra gravitación la interacción antes señalada. Surge el investigador-empresario que en el campo de la ética debe fortalecer su responsabilidad social y cultural.
- Se desarrollan nuevas formas de vinculación universidad-empresa: oficinas de transferencia de tecnología, empresas spin-offs, incubadoras, parques científico-tecnológicos, joint ventures, innovaciones en ciencias sociales, filosofía, arte, estética, educación, etc.

En consecuencia, la velocidad de respuesta y flexibilidad de la universidad, en todos sus ciclos, refuerza la vinculación universidad-empresa. En cuanto a la empresa, la rapidez de adaptación, fruto de la flexibilidad cultural, en un contexto de desarrollo económico sostenido, realimenta la eficacia de tal vinculación.

Un proceso eficiente de innovación se halla asociado al proceso de inversiones. La realimentación positiva de ambos procesos acelera el crecimiento y desarrollo de las naciones. Las inversiones innovadoras son, entonces, inversiones materiales y humanas que se realimentan con los productos del conocimiento. En este terreno Kaldor[6] sostiene que debe centrarse la atención en la *creación de recursos*, proceso dinámico basado en el incremento de las inversiones innovadoras, del desarrollo tecnológico y del aprendizaje. Ello fortalece las fuerzas del mercado al reducir sus imperfecciones[7]. Tales imperfecciones, de acuerdo a Arndt, se relacionan con la inexistencia de mercados o con mercados existentes que envían señales débiles e inciertas.

Las *inversiones* en actividades reproductivas y en infraestructura asociadas con las inversiones intelectuales (educación, investigación y desarrollo) y sociales integran, en un sentido amplio, el proceso de acumulación del capital.

La *acumulación del capital* es el proceso dinámico de constitución del stock del capital físico, tecnológico, intelectual, social, a partir de los diferentes flujos de inversión. El stock de capital amplia la capacidad productiva-social de la sociedad. En consecuencia los diferentes tipos de inversión constituyen el motor del crecimiento y el desarrollo. A mayor cantidad de inversiones innovadoras, mayor calidad y aceleración en el proceso de crecimiento y desarrollo. A su vez las inversiones públicas para apoyar eficientemente a las inversiones privadas deben responder al principio del *crowding-in* (debe existir complementariedad y no-sustitución entre ellas).

La inversión se desdobla entonces en:

Inversión tangible: comprende bienes de capital con tecnologías incorporadas: materiales, maquinaria y equipo, equipo de transporte,

---

6 KALDOR, Nicholas, *The irrelevance of equilibrium economics*, Economic Journal, Vol. 82, 1972.

7 ARNDT, H. W, *Market failure and underdevelopment*, World Development, Vol. 16, N°2, 1988, 219-229.

herramientas, muebles y útiles, bienes en curso. Además, instalaciones, inmuebles, construcciones diversas.

Inversión intangible: comprende investigación y desarrollo, capacitación profesional, software, organización, comercialización, financiación, estrategias, explotación minera, diseños técnicos y artísticos originales, patentes, fondos de comercio, franquicias, derechos de autor, marcas, know how, licencias.

La relación inversión tangible/inversión intangible en los países desarrollados muestra desde 1970 un fuerte crecimiento de la inversión intangible[8].

En términos de la *noción de capital*, históricamente centrada en el capital físico, se amplía con otros rasgos conceptuales. El desarrollo capitalista actual, basado en el conocimiento y la información incorpora la noción de capital intelectual.

El *capital intelectual*: comprende los activos de mercado y de propiedad intelectual, entre otros, los siguientes: marcas de servicio, marcas de producto, marcas corporativas, contratos de franquicia, contratos de licencia, patentes, copyright, software informático, know-how, marcas de fábrica; además, activos centrados en el individuo: formación, cualificación profesional, conocimientos asociados con el trabajo, competencias asociadas con el trabajo, investigación y desarrollo, capacitación, aprendizaje. A mayor capital intelectual, mayor es la actividad de innovación. Este capital intangible exhibe una tasa de retorno superior a la del capital tangible.

Los países subdesarrollados que se proponen *alcanzar* (catch up) el nivel de desarrollo de los países avanzados, se centran en la implementación de inversiones innovadoras. Al comienzo estos países aplican estrategias intermedias antes de alcanzar la *autonomía tecnológica*. Esta última ocurre cuando se desarrolla un conjunto de innovaciones endógenas que acentúan la competitividad local, regional, nacional e internacional. Los pasos intermedios se asientan en la denominada *imitación duplicativa*. Con ella no se genera nuevo conocimiento, no se requiere inversión en Investigación y Desarrollo ni canales de comunicación. Sólo requiere bajos niveles de aprendizaje. Otra estrategia es la de *imitación creativa* que ayuda a generar productos facsímiles con nuevos rendimientos. Ello incluye actividades como el benchmarking (marco de referencia prototipo en las estrategias empresariales), alianzas estratégicas, aprendizaje a través de inversiones en Investigación y Desarrollo, a fin de crear productos imitados con mejores rendimientos. Un aspecto esencial a toda modernización productiva, organizacional, financiera y de mercados es el proceso de transferencia de tecnología a la que nos referiremos más adelante.

La estrategia del catch-up, concepto desarrollado por Abramovitz[9], versión historicista de cuño neoclásico, difiere de la ortodoxia en que ésta no reconoce interdependencias entre los países cuya convergencia se postula. En el proceso del catch-up la atención se centra en la imitación tecnológica, la

[8] KAPLAN, Marie Cristiene, *La montée de l'investissement intellectuel,* Revue D'Économie Industrielle, Nº40 y 41, Segundo Trimestre, París, 1987.

[9] ABRAMOVITZ, M., *Catching-up, forging ahead, and falling behind*, Journal of Economic History, June, 1986.

difusión de conocimientos y la transferencia de tecnología. A los países desarrollados se les reserva el proceso de innovación; a los atrasados, la imitación y la transferencia de tecnología, reduciendo así los costos de investigación. En consecuencia la liberalización comercial entre países es esencial. Este enfoque es cuestionable dado que reserva la actividad de innovación sólo a los países líderes, en tanto los seguidores sólo imitan y adaptan. Además la transferencia de tecnología que es esencial en este modelo, no tiene en cuenta que en ella se desdobla el know how (manual de instrucciones que facilita el manejo de la tecnología), del know why (el proceso científico-tecnológico que se aprende y se domina). Si éste está ausente no se alcanzará la autonomía tecnológica, estrategia central para los países recientemente industrializados.

Desde el punto de vista *dinámico*, la innovación es un proceso desequilibrante[10]. En consecuencia sólo puede ser observado y evaluado correctamente en modelos que incorporen el cambio estructural. Las interdependencias de las innovaciones dadas en un lugar afectan los beneficios y comportamientos de los agentes económicos en otro lugar. Sus repercusiones realimentan la relación oferta-demanda con nuevos desarrollos. Se satisfacen así necesidades latentes de los consumidores, al tiempo que los nuevos bienes al cambiar las relaciones de elasticidad ingreso (ahora son elevadas), alteran los mercados. El conjunto de relaciones de oferta-demanda requiere, entonces, *coordinación* de las mismas a fin de preservar un sendero armónico de crecimiento.

1.2. CONOCIMIENTO

La generación del conocimiento científico-tecnológico se basa en la realimentación entre el proceso de abstracción sobre los fenómenos materiales y sociales que se analizan, y el mundo material, social y cultural. La generación, acumulación y difusión del conocimiento es múltiple: a través de la educación formal, de la investigación básica y aplicada, de las diversas modalidades del aprendizaje, del desarrollo tecnológico, del proceso de innovación y demás formas de manifestarse la práctica social.

El desarrollo del conocimiento científico-tecnológico muestra rendimientos elevados desde el punto de vista social. En consecuencia es una variable básica en la elaboración de los modelos de desarrollo.

La aprehensión racional del mundo real se lleva a cabo a través de dos tipos de racionalidad: sustantiva e instrumental.

La *racionalidad sustantiva* se centra en la producción de teorías y arriba a conclusiones que sientan las bases para la realización de investigaciones y la toma de decisiones. Se conforman así los elementos básicos para abordar la descripción, explicación y predicción de los fenómenos sujetos a estudio lo que alimenta los modelos de decisión

La *racionalidad instrumental* se centra en el proceso de toma de decisiones. Acá se trata de resolver problemas concretos. Ello demanda

[10] ROSENBERG, Nathan, *Schumpeter and the endogeneity of technology*, Routledge/Taylor & Francis Group, 2000.

insumos básicos que se elaboran en el ámbito de la racionalidad sustantiva. El proceso de realimentación positiva que se establece entre la racionalidad sustantiva y la instrumental es esencial para profundizar el conocimiento y la resolución de problemas concretos.

El conocimiento es *explícito*, es *tácito o práctico,* y es *acumulativo.* Se caracteriza por su obsolescencia y su reproducción con rendimientos crecientes. La acumulación del conocimiento en el proceso de desarrollo se da en todas sus formas: invención de nuevas máquinas (mejora en la calidad de los equipos) y en la formación del capital humano. La intensidad del proceso de acumulación del capital se realimenta con la rentabilidad del mismo. Ésta es diversa debido a la composición heterogénea de la estructura económica. Cuando los sectores dominantes de esa estructura declinan en productividad y rentabilidad, las fuerzas más dinámicas e innovadoras del sistema, basadas en el conocimiento y la tecnología, recuperan los niveles de la producción social. En este contexto, nuevas actividades y bienes operan en el mercado, lo que permite elevar lentamente la productividad y la rentabilidad del sistema. La *transición* a un nuevo modelo productivo se acelera si la productividad se incrementa como resultado de las innovaciones sociales, culturales e institucionales.

El conocimiento es en el proceso productivo una materia prima que no entra directamente al mercado. En consecuencia, es difícil su evaluación en términos de performance económica. En cambio, si se evalúa en el mercado el producto que demanda el conocimiento como insumo. Luego sus costos se calculan mejor que sus beneficios que son inciertos. El conocimiento, en términos productivos se desdobla en *conocimiento no incorporado* (anteproyectos, procedimientos), e *incorporado* en bienes de capital (materiales, herramientas, equipos); también se incorpora como capital humano (educación, capacidades, etc.).

El conocimiento es un importante productor de externalidades positivas. Realizado en un sector mejora la performance (beneficios, productividad social, etc.) de otros, en particular en las empresas. Así la fibra sintética originada en la industria química, se aplica a la industria textil, reforzando las complementariedades entre bienes y ramas de actividad. La fibra óptica, basada en la industria del vidrio asocia en Japón diversas actividades (manufactura del cable, telefonía, recreación) las que facilitan su uso en las telecomunicaciones. En estos procesos, con fuerte generación de externalidades las empresas tratan de proteger los beneficios derivados de las mismas mediante las patentes, incentivos, desarrollo de mercados imperfectos. Se trata de internalizar toda o parte de las externalidad positiva.

El rol central del conocimiento en el proceso social, crece con la actual revolución científico-tecnológica. Se alude en este sentido a la sociedad de la información, sociedad del conocimiento, incluso del aprendizaje. No obstante, estas expresiones que revelan un fenómeno que siempre existió pero que hoy es dominante, deben ser mantenidas en el plano *racional* más que en el de la *ideología* (módicas expresiones que surgen de una mirada superficial sobre la evolución histórica del sistema capitalista).

La producción de conocimientos, exógena en el origen, se endogeneiza cuando los científicos se apropian de los retornos al crear empresas del tipo spin offs. Dada la intensidad del derrame del conocimiento en forma de externalidades es imposible la apropiación plena del mismo. Cuando las condiciones de apropiación del conocimiento son débiles, se expanden a la

sociedad los beneficios de la investigación y desarrollo. Ello aumenta la complejidad del aprendizaje: la relación conocimiento-aprendizaje, se traduce en la creación de nuevos conocimientos y tipos de aprendizaje.

El conocimiento se incorpora a equipos, tecnología, y/ó a la fuerza laboral. En el último caso se habla de capital humano.

El *capital humano* comprende las capacidades incorporadas a los individuos: educación (conocimiento, entrenamiento, aptitudes) formación profesional (conocimientos, habilidades, capacidades técnicas). En la formación del capital humano juega un rol central el *aprendizaje* como proceso básico para el desarrollo de las capacidades. El capital humano produce *externalidades positivas* incrementando la productividad de los trabajadores. Se eleva con el intercambio entre trabajadores acerca de las ideas, conocimientos y experiencias. En consecuencia, la capacidad de cada trabajador está en función del rendimiento medio del capital humano del conjunto de trabajadores.

El capital humano se asocia al capital físico, al capital intelectual y al capital social, insumos que son esenciales en el desarrollo de los procesos productivos-sociales. La explicitación de estas nuevas formas de expresarse el capital en los modelos de desarrollo endógeno, obliga a modificaciones sustanciales en el sistema de cuentas nacionales y en el nomenclador CIIU Rev. 3 como se verá más adelante.

Con relación al tipo de bien, el conocimiento es un bien público. Sus sucesivas transformaciones con fines productivos y en particular cuando deviene tecnología, es objeto de apropiación privada en la sociedad capitalista. En esta etapa se convierte en un bien parcialmente rival y excluible. Cuanto más dominante es el conocimiento en el proceso productivo, tal el caso de las industrias de tecnología avanzada, mayores son las externalidades positivas que genera, y por lo tanto sus beneficios no son privatizables; son beneficios sociales. La rentabilidad social de los proyectos de inversión de actividades basadas en el conocimiento, más que duplican su rentabilidad privada. Los beneficios sociales son cada vez más elevados por las externalidades que desatan, aunque su difusión no sea plena al conjunto de la sociedad.

Es importante distinguir entre información y conocimiento. Dow[11] puntualiza que *información* (producción, almacenamiento y difusión de datos) y *conocimiento* (uso y transformación de los datos a fin de formar juicios) integran un proceso de realimentación positiva compleja. En el mundo neoclásico ambos conceptos son equivalentes. La disposición de información, en este caso, tiende a reducir la incertidumbre. No obstante en los sistemas abiertos, no lineales, disipativos, la mayor información incrementa la incertidumbre. El pensamiento clásico-demanda efectiva y sus corrientes asociadas (institucionalista, regulacionista y evolucionista) separan ambos conceptos. El conocimiento que se acumula y transmite es información. Ésta, a su vez, es la materia prima del conocimiento. Otro aspecto que importa diferenciar es que ambos retienen características que son esenciales en el tratamiento de los bienes públicos, sociales. La información mantiene los rasgos que tipifican al bien público con mayor intensidad, variando los

[11] DOW, Sheila C., *The methodology of macroeconomic thought. A conceptual analysis of school of thought in economics*, Edward Elgar, UK, USA, 1998.

mismos según el tipo de información que se analiza. Así la producción de información macroeconómica y su difusión en los mercados debe ser garantizada por el Estado, en sus componentes esenciales. En los mercados, la información asimétrica incentiva el comportamiento oportunista de los agentes económicos. Con relación a la información derivada de resultados científico-tecnológicos, ella puede ser apropiada mediante diversos mecanismos, llegando a ser un bien rival y excluible. Con relación al conocimiento como tal, su condición de bien público se desvanece en la medida que se intensifican sus aplicaciones. El conocimiento al estar localizado[12] facilita su apropiación individual. Al extenderse a desarrollos tecnológicos específicos y entrar en la etapa de la innovación que compromete directamente al sistema productivo privado, la apropiación se vuelve más intensa. Este complejo proceso con realimentaciones en cada una de sus fases, no logra extinguir el carácter social del conocimiento. Un aspecto importante es diferenciar los *ámbitos* en los que se producen y transmiten conocimientos. En este sentido las corporaciones llevan a cabo un proceso creciente de desarrollo de la investigación básica orientada, en la que no tiene lugar la investigación desinteresada, de fuerte tradición en el ámbito de las universidades. A esto se asocia la diferencia de objetivos y de prioridades que existen entre las corporaciones y las universidades. Como se ha señalado, el reconocimiento de estas diferencias es esencial para llevar a cabo una vinculación eficiente universidad-empresa.

1.3. RACIONALIDAD LIMITADA

En el campo de la praxeología (es una orientación que estudia la eficacia de la acción), se establecen metas con relación a las acciones a ejecutar. Tales acciones destinadas a producir transformaciones conforman el campo de la *decisión.* Este proceso se basa en la secuencia con retroalimentación positiva: fijación de objetivos - alternativas de acción - adopción de medidas. La corrección de las acciones decididas y que afectan el futuro obedece a medidas de prealimentación (acciones anticipadas que evitan los desequilibrios), de retroalimentación negativa (que devuelven los desvíos al equilibrio), de retroalimentación positiva (se incrementan acumulativamente los desvíos desde el equilibrio alcanzado). En el contexto de la administración, las decisiones son programadas, o sea repetitivas y predecibles, y no programadas, es decir se evalúan y deciden problemas nuevos, con elevada incertidumbre.

En todos los casos, el programa de investigación *neoclásico* supone que los procesos de toma de decisiones se producen en contextos de información perfecta y el decididor es un optimizador que posee una racionalidad ilimitada, siendo además ilimitada su capacidad de adaptación. Todos los agentes económicos (productores-consumidores) maximizan beneficios y utilidades respectivamente. Son racionales porque confrontados con alternativas, seleccionan las que maximizan sus decisiones. Este enfoque fue cuestionado

[12] ANTONELLI, Cristiano, *The evolution of the industrial organization of the production of knowledge*, Cambridge Journal of Economics, Vol. 23, 1999, 243-160.

por Simon[13] que aporta una nueva teoría de la organización basada en una *teoría de la elección racional satisfaciente*. Simon sostiene que nada dice la corriente neoclásica sobre el hombre económico concreto y sobre los factores que afectan su comportamiento. Las soluciones no son únicas y el hombre no dispone de toda la información. Además es falible. Surgen límites empíricos con relación a la racionalidad humana. El mundo es demasiado complejo frente a las limitaciones que exhibe el individuo. La formulación y resolución de problemas complejos es afrontada por hombres limitados en conocimientos, habilidades y tiempo. En consecuencia, debe conocerse más sobre las propiedades psicológicas de los hombres. Además sus límites no son estáticos, sino dinámicos. En consecuencia, el hombre ideal no encaja en un mundo dinámico, con mercados imperfectos. Es por ello que los hombres tienden a cooperar sobre metas y acciones. El hombre económico, frente a datos dados, no maximiza. Se halla limitado por el cálculo y la selección; busca, entonces, sólo resultados *satisfactorios*. En otro trabajo[14], Simon resalta el rol del aprendizaje como motor de la elección racional en un mundo de rápidos avances científico-técnicos y procesos de aprendizaje que determinan irreversibilidades en el comportamiento del decididor.

La decisión responde, entonces, a un decididor con *racionalidad limitada* y *satisfaciente* en la consecución de sus objetivos. En este contexto importan las *expectativas de adaptación*: los agentes económicos aprenden a lo largo del tiempo. Esto cuestiona el supuesto de *expectativas racionales* en el que los agentes económicos poseen racionalidad perfecta, y por eso se anticipan a los hechos. Además las expectativas racionales se basan en un modelo que es históricamente constante (los conceptos y relaciones no varían a lo largo del tiempo). Lo que prevalece es la incertidumbre ante un mundo en cambio[15].

1.4. APRENDIZAJE

Aprendizaje es el proceso de adquisición y producción de conocimientos y habilidades. A través de ellos se generan y/o se actualizan las capacidades y competencias económicas y tecnológicas. La *competencia económica* es el desarrollo de habilidades para identificar, expandir y explotar oportunidades de negocio. La *competencia tecnológica, organizacional e institucional* es la habilidad que exhibe un país para seleccionar, generar, adquirir e implementar tecnologías que facilitan la realización de los objetivos del desarrollo.

Tres conceptos: innovación, regionalización e instituciones conforman el marco material para el desarrollo del proceso interactivo de aprendizaje que abarca las relaciones entre empresas, hacia el interior de las mismas, las relaciones proveedor-productor-usuario y las conexiones en el sistema regional de innovación.

---

[13] SIMON, Herbert, *Rationality as process and as product of thought*, American Economic Review, May, 1972.

[14] SIMON, Herbert, *On how to decide what to do*, The Bell Journal of Economics, 503, 1979.

[15] SIMON, HERBERT A., *Rational decision making in business organizations*, American Economic Review, 69, 1979.

El proceso de aprendizaje es:

- *directo*: se desarrolla en instituciones como las universidades, laboratorios, institutos y departamentos de investigación y desarrollo.
- *indirecto*: es un co-producto resultante de las actividades económicas.

El rol del aprendizaje en las sociedades industriales, para la corriente de investigación clásica-demanda efectiva, es central en el análisis de la *evolución* del sistema económico. Conforme a Pasinetti[16] la evolución de la estructura de la producción y de la demanda debe ser explicada como un efecto de la industrialización. En este contexto el principio del aprendizaje que está en la raíz de su modelo puro de producción, basado en el trabajo, permite profundizar el análisis de la sociedad. Se ocupa tanto del individuo del mundo neoclásico (aunque bajo otro enfoque) como del individuo social y las instituciones del sistema.

La corriente de investigación del Instituto de Santa Fe en USA también sostiene la naturaleza evolutiva de la sociedad. En un mundo cambiante e impredecible los actores económicos evolucionan, adaptándose a los cambios. Es un aprendizaje mediante el cual aprenden a adaptarse, y a diferencia de los sistemas biológicos, a modificar la evolución del sistema. En general el aporte de los científicos del Instituto cuestiona hasta cierto punto el mundo neoclásico, pues plantea un enfoque heterodoxo del mismo.

Respecto de la corriente de investigación neoclásica, en su ortodoxia, supone que los actores económicos, productores y consumidores poseen información perfecta y actúan óptimamente, con control pleno del ambiente. El aprendizaje es exógeno al sistema. Éste existe en el plano educativo formal y se incorpora como dado al mismo. Bajo el supuesto de que el sistema económico siempre se halla en equilibrio, el aprendizaje evolutivo de los actores económicos que lleva a la creación de nuevo conocimiento, no se tiene en cuenta. En cambio tiene cabida el aprendizaje por la práctica, en el que la repetición eficiente de las operaciones origina beneficios económicos.

El aprendizaje es un componente dinámico esencial para el desarrollo científico-tecnológico de un país, región. Está en la base del proceso de adquisición, adaptación y de autonomía tecnológica que conduce al crecimiento endógeno. El aprendizaje se concentra en un número limitado de actividades, y ello involucra esfuerzos e inversiones financieras que obligan a llevar a cabo el mismo mediante procesos selectivos eficientes.

Un rasgo que distingue al aprendizaje como proceso de adquisición y como desarrollo de conocimientos, es su dimensión multidimensional. Demanda la co-evolución de variables económico-sociales y culturales. Así el rezago en los países desarrollados condiciona los tipos y calidades del *aprendizaje*. Al ser el aprendizaje un fenómeno particular para cada sector de actividad, su encapsulamiento en un proceso de industrialización trunca y una frágil presencia de las industrias de tecnología avanzada, reducen las posibilidades de un desarrollo sustentable.

[16] PASINETTI, Luigi L., *Structural economic dynamic. A theory of the economic consequences of human learning*, Cambridge University Press, 1993.

Una concepción más comprensiva del aprendizaje implica reconocer:

El *aprendizaje* como proceso *básico* de aprehensión, producción y difusión de *conocimientos* comprende dos aspectos:

El *aprendizaje creativo*: la actividad básica, reflexiva que desarrolla nuevos conceptos y relaciones. Es el ámbito de la producción de conocimientos.

El *desarrollo de habilidades*: sobre la base del modelo teórico, se generan diversas modalidades de aprendizaje que se asocian con la experiencia y el uso, imitación y adaptación de tecnologías. Se busca una mayor eficiencia operacional, esencial para reducir costos.

Con relación a la dimensión económica-social, se diferencia el aprendizaje tecnológico, el organizacional e institucional, que abarca los diferentes momentos de producción y difusión de conocimientos.

El *aprendizaje tecnológico* abarca los diferentes segmentos que integran el desarrollo del proceso material de las empresas productoras de bienes y servicios. Es el ámbito de las denominadas tecnologías duras.

El *aprendizaje organizacional*: comprende las diversas actividades relacionadas con la administración y gestión de las empresas. Es el ámbito de las denominadas tecnologías blandas.

El *aprendizaje institucional*: abarca las actividades de relacionamiento entre empresas y de éstas con los institutos y laboratorios del sistema nacional de innovación y las economías de otras naciones.

En consecuencia, estos tipos de aprendizaje apuntan a lograr diferentes impactos en el proceso material y en los recursos humanos e institucionales utilizados en el crecimiento de la empresa y de la economía de una región, nación.

Con relación a los recursos materiales y humanos que se utilizan y los objetivos que se buscan, el aprendizaje se clasifica según modalidades.

Las *modalidades* más relevantes son:

- *Aprendizaje por investigación y desarrollo*: el resultado de esta actividad[17] (nuevos conocimientos y novedades productivas y comerciales) se aproxima más a la obtención de una innovación radical, aunque en el lapso de tiempo de vigencia de un nuevo producto, proceso, diseño, mercado, resultan relevantes los resultados que se alcanzan con las innovaciones incrementales. Este tipo de aprendizaje es básicamente creativo.
- *Aprendizaje por el uso*: desarrollada una tecnología, un nuevo producto o proceso, se concretan economías al identificar problemas relacionados con el rendimiento, fallas, la obtención de mejoras incrementales que abren el camino a nuevas innovaciones. Ampliamente tratado por Rosenberg en el trabajo antes citado, se diferencia del aprendizaje por investigación y desarrollo en el sentido que es un subproducto de la actividad productiva de la empresa. Este tipo de aprendizaje es uno de los factores, junto con las externalidades de red, rendimientos crecientes de adopción e

[17] ROSENBERG, Nathan, *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, 1982, p.121.

irreversibilidades, que incide en la selección de tecnologías en el mercado de bienes tecnológicos.

- *Aprendizaje por la práctica*: Dada una tecnología, se alcanza una reducción de costos laborales por unidad de producto por la experiencia que alcanzan los operarios al repetir una operación. Se trata de una modalidad que aunque ha cambiado a lo largo del tiempo se remonta a la sociedad precapitalista artesanal donde la práctica y las habilidades aprendidas por los artesanos, en línea con la simplicidad tecnológica del sistema, sentaron las bases del desarrollo capitalista. Desde ese momento a la actualidad, la complejidad tecnológica y la creciente división del trabajo, determinan la incorporación de otras modalidades de aprendizaje, que se generalizan con la endogeneización creciente de la ciencia y la tecnología en el sistema económico. El aprendizaje por la experiencia cobra relevancia en un proceso productivo dado. Aquí el incremento de la productividad laboral, originado en el aprendizaje por la experiencia, es irreversible. Un ejemplo clásico, durante la segunda guerra mundial, es la industria aeronaval de USA, donde se alcanzan fuertes reducciones de costos[18]. Ello se expresa en la denominada *curva del aprendizaje* donde el producto medio acumulado por hombre en un período de tiempo, con relación al número de unidades de producto acumuladas, es positiva. En el contexto de la empresa esta curva se utiliza en diversas áreas y sirve de base para establecer pautas salariales. Este cálculo operacional es interpretado, en un contexto teórico en línea con el pensamiento neoclásico heterodoxo, por Arrow[19]. En su clásico trabajo, el aprendizaje ocupará un lugar central en los modelos de crecimiento. Con Kaldor, coincide en identificar al aprendizaje, en sentido amplio como una de las variables endógenas que forman parte de los rendimientos crecientes dinámicos. En Arrow este tipo de aprendizaje se circunscribe al ámbito de la producción y sólo se sostiene con una tecnología específica para una determinada función de producción. No tiene en cuenta factores organizacionales, sociales y de mercado que alteran los rendimientos. Asimismo no contempla el cambio tecnológico que arrasa con las prácticas establecidas, y en consecuencia demanda nuevos aprendizajes. Esto puede llevar a descalificar las habilidades y conocimientos adquiridos dominantes en la función de producción vigente, la que se sustituye con otra función que contiene nuevos requerimientos tecnológicos.
- *Aprendizaje por ingeniería reversa*: es la descomposición de los elementos de un sistema (producto, proceso) para mejorar la comprensión global y por componente del mismo. Esta actividad se halla ligada a los procesos de imitación duplicativa y creativa de tecnologías, típica de Japón y Corea del Sur. Es una herramienta de las estrategias catch-up que llevan adelante los países a fin de reducir la brecha de crecimiento entre las naciones. Este tipo de aprendizaje es tratado con minuciosidad en los estudios que realiza Kim sobre la dinámica del aprendizaje en Corea del Sur[20]. La ingeniería reversa implica poner en sintonía con la situación tecnológica que se analiza, el problema de los recursos humanos, las actividades de vinculación institucional empresarial y de investigación, y los mercados. La

[18] ALCHIAN, A., *Reliability of progress curve in airframe production*, Econometrica, Vol. 31, October 1963, 679-693.

[19] ARROW, Kenneth, *The economic implications of learning by doing*, Review of Economic Studies, June, 1962.

[20] KIM, Linsu, *Imitation to innovation. The dynamics of Korea's technological learning*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1997.

culminación de este tipo de aprendizaje debe conducir a actividades de investigación y desarrollo destinadas a alcanzar las metas de reducción de la brecha tecnológica.

- *Aprendizaje por monitoreo:* Bajo el principio de descentralización de actividades, la coordinación de las unidades descentralizadas se realiza mediante el monitoreo, y tiene por finalidad mejorar la performance productiva. Aquí el uso de la información permitirá, en un ámbito de corresponsabilidad entre los individuos y los grupos, alcanzar resultados óptimos. El reemplazo de los rígidos mecanismos centralizados de decisión, en sistemas técnicos donde domina la flexibilidad y la creciente complejidad de las actividades productivas, se demanda una mayor participación y responsabilidad de individuos y grupos para alcanzar los patrones de eficiencia competitiva. Este tipo de aprendizaje organizacional es conceptualizado por Sabel[21] en 1994 sobre la base de las experiencias que registra el sistema productivo japonés.
- *Aprendizaje por interacción* entre proveedor-productor-consumidor y entre instituciones, producirá la información que no está dada como señalan los neoclásicos, sino que se construye a través de la interacción En este contexto, los mercados organizados y el sistema nacional de innovación refuerzan las demandas de cooperación y de confianza mutua que facilitan el mejor uso de la información. Este tipo de aprendizaje desarrollado por Lundvall[22] se centra en el aprendizaje institucional. Un marco social, jurídico y tecnológico de elevada cooperación impulsa la innovación local, regional.
- *Aprendizaje de otros países más avanzados*: Nelson[23] asigna a este tipo de aprendizaje un rol central para la adquisición, asimilación y reproducción de conocimientos y bienes. En el contexto de la estrategia catch-up el dominio de las tecnologías y el entrenamiento de los recursos humanos tiene como marco de referencia a los países más avanzados. No obstante, la persistencia de las relaciones centro-periferia indica que los aprendizajes alcanzados por parte de los países periféricos no han sido suficientes para superar el estado de atraso. No se puede aprender creativamente de los países avanzados, si se carece de estrategias destinadas a alcanzar un desarrollo endógeno.
- *Aprendizaje por el fracaso*: los proyectos y desarrollo que fracasaron deben ser objeto de análisis tanto en el ámbito de las empresas como de las naciones. Esta modalidad de aprendizaje planteada por Freeman[24] plantea la crítica radical de los conceptos y relaciones teóricas que promovieron los proyectos y su reemplazo por otros alternativos, existentes, o que se desarrollen como consecuencia de los resultados adversos. En el caso del fracaso de un país o región, deben evaluarse cada una de las modalidades del aprendizaje y la medida en que contribuyeron al mismo.

---

[21] SABEL, Charles, *Learning by monitoring. The dilemmas of regional economic policy in Europe,* en OECD, *Networks of enterprises and local development*, OECD, 1996, 23-52.

[22] LUNDVALL, Bengt-Ake, *Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation*, en DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G y SOETE L., *Technical change and economic theory,* Pinter Publishers, Londres, 1988, 349-369.

[23] NELSON, Richard, *The changing environment for learning from others*, Inter-American Development Bank, Columbia University, 1998, mimeo.

[24] FREEMAN, Christopher, *La teoría económica de la innovación industrial*, Alianza Universidad, Madrid, 1975.

Las modalidades del aprendizaje tecnológico, organizacional e institucional con relación a las *teorías pedagógicas del aprendizaje* no guardan, en la mayoría de los casos, una correspondencia fuerte. Este tema es analizado por Sala[25] que expone críticamente dichas relaciones.

Respecto a la crítica de que la educación formal se aleja de la actividad productiva real, no se resuelve con el mero *traslado* de la fábrica a la escuela. No es la simple incorporación de materias como tecnología, lo que facilitará una correspondencia fuerte entre escuela-fábrica. En efecto, la escuela forma al educando en un contexto de valores que dan sentido social a los mismos. Asimismo, en todo proceso de aprendizaje formal en las escuelas es esencial contar con un sujeto activo. El educando pasivo (sólo escucha y absorbe mecánicamente conocimientos) debe ser reemplazado por el activo. Su práctica debe basarse en experiencias reales que tornan significativo lo aprendido. Es la experiencia compartida escuela-fábrica, el motor del desarrollo de capacidades, entre otras, las de los emprendedores, quienes son agentes esenciales del cambio social. Con relación a las empresas, sus actividades de capacitación y de aprendizaje son básicas para responder las exigencias de los mercados. No obstante, la capacitación suele presentarse desarticulada del aprendizaje. En este sentido proliferan ofertas que poco o nada agregan al desarrollo de las capacidades de los individuos.

El aprendizaje se desenvuelve en *mercados* predominantemente oligopólicos, con actores heterogéneos, que poseen conocimientos imperfectos y capacidades limitadas. En consecuencia, reconocer la heterogeneidad de los agentes es más relevante que utilizar el supuesto del agente representativo homogéneo. La innovación crea y refuerza la heterogeneidad en el mundo económico. La mayor heterogeneidad demanda más orden y coordinación en el proceso de desarrollo. En cambio, cuando las actividades son imitativas se reduce la heterogeneidad. Es por ello que a medida que el mercado se complejiza, es mayor el uso de normas simples[26].

La *complejidad* de los procesos de transformación social y sus demandas de aprendizaje es resaltada por el líder de la India, Nerhu, citado por Myrdal en su trabajo sobre el *Drama de Asia*[27]. Nerhu da una precisa y profunda respuesta, al referirse a la modernización. Señala que en su sociedad se entrecruzan comportamientos y hábitos del pasado con los modernos. En consecuencia, no es cuestión de enseñar a manejar una herramienta, sino que debe complementarse su uso con el pensamiento moderno. "No se puede asir la herramienta moderna y tener una mente antigua".

1.5. CIENCIA-TECNOLOGÍA

La *secuencia* de retroalimentación positiva: —*Ciencia - Tecnología - Innovación*— conforma el núcleo más dinámico de cualquier sistema

[25] SALA, Milda, *El aprendizaje en las industrias de tecnología avanzada*, Centro de Transferencia y Vinculación Tecnológica (CTVT), Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM), Inédito, 2002.

[26] CANTNER, Uwe; HANUSCH, Horst y KLEPPER, Steven (eds.), *Economic evolution, learning and complexity*, Physica Verlag, A Springer Verlag Company, 2000, p.11.

[27] ARNDT, H. W., *Desarrollo económico*, Editorial Rei Argentina, 1992, 123-188.

económico-social. Su ligazón con la producción de nuevos bienes y servicios implica un proceso complejo de realimentación positiva, de dinámica no lineal.

La ciencia y la tecnología son esenciales para la evolución de la sociedad. Sin embargo no han recibido, a lo largo del tiempo, la misma atención por parte de los economistas. El carácter endógeno, en particular de la tecnología, es aceptado por los primeros teóricos del desarrollo, Marx[28] y Schumpeter[29]; no así por los economistas ortodoxos que resaltan sólo su condición de variable exógena. Si bien esto ha sido corregido por los modelos de crecimiento endógeno que proponen los economistas de la corriente clásica-demanda efectiva y los economistas neoclásicos heterodoxos, este error conceptual ha tenido profundas implicancias teóricas y de política económica. El conocido supuesto de que el desarrollo es un problema microeconómico y en consecuencia queda librado a las fuerzas del mercado, determina la ausencia de políticas y estrategias de crecimiento y desarrollo. La endogeneización de la variables ciencia y tecnología implica para los economistas neoclásicos heterodoxos la aceptación de políticas de educación, de aprendizaje, de infraestructura social y de investigación y desarrollo. No obstante esto es insuficiente dado que tales políticas deben complementarse con otras: inversión, empleo e ingresos, sectorial, complejos de actividad, urbano-regional, institucional, social y ambiental, tal como sostiene la corriente clásica.demanda efectiva.

La *ciencia* (producción racional de conocimientos) abarca los conocimientos codificados y estructurados a fin de ser comunicados y se explicita con fines de refutación. Es un proceso de aprendizaje basado en metodologías específicas. La ciencia y la *tecnología* (la forma en que las cosas se hacen), el capital humano, el aprendizaje, la investigación y el desarrollo son los insumos más dinámicos del actual proceso productivo y social a escala planetaria. La ciencia y la tecnología si bien responden a procesos y fines diferenciados, son dos productos históricos de la civilización, la que en sus distintas etapas han promovido y también condicionado la evolución de ambas. Sobre la base de hipótesis y artefactos construidos, la ciencia y la tecnología, amplían y generalizan sus desarrollos precedentes y abren el camino para el descubrimiento y la invención. En muchos casos, la ciencia ha sido la base del desarrollo tecnológico; en otros casos, la tecnología ha precedido a la ciencia, abriendo nuevos caminos para el desarrollo científico.

La relación ciencia-tecnología es un proceso dinámico no lineal, con retroalimentación positiva. En los actuales regímenes de acumulación intensiva del capital estas variables convergen para potenciar el crecimiento del capital físico y del capital intelectual. Este último ocupa un porcentaje cada vez mayor en los volúmenes globales de inversión, y es la variable principal para la revalorización de los activos en los mercados de capitales. El conjunto de actividades relacionadas con la formación académica, la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico, genera entonces recursos humanos y diferentes tipos de bienes que impulsan a su vez los procesos de innovación.

Los modelos de crecimiento y desarrollo al explicitar el carácter endógeno de la *ciencia, la tecnología y la innovación* superan a los anteriores

[28] MARX, Carlos, *Capital y tecnología*, Manuscritos inéditos (1861-1863), N°12, México, Ed. Terranova S.A., 1989.

[29] SCHUMPETER, Joseph, *Teoría del desenvolvimiento económico*, Barcelona, Ariel, 1962.

modelos que establecían la exogenidad de estas variables. En consecuencia sólo analizaban los efectos de las mismas en el sistema económico-social. Los procesos de creación, evolución y mecanismos de causalidad de dichas variables no se explicaban.

En la actualidad, además de la endogeneización de las variables de ciencia, tecnología e innovación se incorpora la *institucional.* Contribuyen así a una mejor representación de los fenómenos sociales. La endogenización de las variables citadas facilita una mejor articulación de sus objetivos, una mayor comprensión de sus procesos y una mayor precisión del rol que juegan sus actores e instituciones.

La *tecnología* se define desde el punto de vista sistémico[30], en su dimensión histórica-social[31], y como mercancía[32]. Se trata de un conjunto de conocimientos teórico-prácticos, sistematizados, acumulados; y traducidos en operaciones realizadas con una o más técnicas que determinan las características del proceso productivo. Las *técnicas* se refieren a instrumentos en los que importa la forma y modo de funcionamiento. La *tecnología* expresa la forma en que se hacen las cosas; alude a la actividad realizada con una ó más técnicas, las que dan especificidad al proceso productivo de generación de bienes.

El rol que juegan en la ciencia y la tecnología es el más relevante para explicar el *cambio social.* Son la fuerza con mayor capacidad de transformación del sistema económico. Mediante las innovación tecnológica y organizacional se estimula el desarrollo productivo, se eliminan las restricciones preexistentes, se fortalecen las ligaduras intersectoriales, y los mercados resultan beneficiados con bienes que se intercambian con una elevada elasticidad precio.

El crecimiento *acumulativo* de la ciencia y la tecnología invade todas las ramas de la economía. Sin embargo el cambio, que produce múltiples alteraciones entre todos los factores, no obedece al impulso tecnológico en sí mismo. Operan en forma decisiva las *ideas* (el pensamiento sobre lo que hacemos) que desatan los desarrollos técnicos. Todo ello somete a crítica y a cambios los *derechos* de la sociedad, lo que a su vez motoriza la actividad del *Estado* a través de la acción política y social. El Estado como institución influye en forma multifacética en las restantes organizaciones, entre ellas los mercados (las formas en que éstos se organizan).

La diversidad de bienes que se producen en los complejos científico-tecnológicos completa y realimenta la relación *universal-regional* del conocimiento. La producción de conocimientos como tal, no tiene fronteras: es universal y abarca las actividades básicas de formación y de investigación en las universidades. También es regional por la orientación nacional-regional-local de las actividades de investigación y desarrollo que se llevan a cabo en universidades y restantes centros de investigación. La realimentación positiva de ambos tipos de actividad fortalece el desarrollo del sistema social.

---

[30] BUNGE, Mario, *Seudociencia e ideología*, Alianza Editorial, Madrid, 1985.

[31] DORFMAN, Adolfo, *Tecnologías e innovaciones tecnológicas, algunas acotaciones*, Realidad Económica, Nº116, 1993.

[32] SÁBATO, Jorge, *El uso de la ciencia en la producción de tecnología, algunos problemas*, Criterio, Nº1.722, 1975.

La heterogeneidad del desarrollo tecnológico y su aceleración o bloqueo depende de las ramas productivas, de las interrelaciones entre ellas, de la complementariedad y coordinación que demandan los enlaces tecnológicos y de los tipos de innovación que se aborden. Cobra entonces relevancia el *enfoque multidimensional* en el proceso de evaluación de las tecnologías en los proyectos de inversión. Un error frecuente en el que incurren los evaluadores, en particular los financieros, es centrar la atención en un aspecto unilateral, por ejemplo la incorporación de maquinarias. La mejora tecnológica en este caso, si no es acompañada por otros tipos de innovación, no logra reducir costos ni aumentar la productividad, dado que estos efectos dependen de mejoras tecnológicas generalizadas a todas las dimensiones.

También importa destacar que las diferentes formas de innovación tienen prioridades relativas según el tipo de eslabonamientos que alcanzan las filières y complejos de actividad. Los eslabonamientos agroindustriales son cortos respecto de los industriales. En este caso las innovaciones de materias primas (semillas), procesos (maquinarias, fertilizantes, etc.), productos (calidad, diversidad, etc.) son esenciales. Junto con las restantes innovaciones, entre ellas, las institucionales (contratos de siembra, de cooperación, etc.) determinarán la competitividad endógena de sus bienes. En cambio, los eslabonamientos industriales típicos (petroquímica, metalmecánica, etc.) conforman eslabonamientos largos en los que se definen diversas intensidades de capital/trabajo (muy elevadas en el ciclo básico) con tecnologías dominantes estandarizadas (procesos intermedios que generan commodities) y diferenciadas (productos finales con elevada competitividad y fuertes efectos multiplicadores de producción y empleo). El truncamiento de estos eslabonamientos implica un menor potencial productivo, mayor inflexibilidad para crear empleos y menor capacidad intelectual. Las restricciones económicas, tecnológicas, sociales y urbano-regionales reducen las posibilidades de acrecentamiento de la demanda laboral. En este caso, un fuerte cambio tecnológico que no se derrama (spillover) en el tejido productivo-social regional y nacional, en lugar de incrementar las fuentes de trabajo, las limita.

La integración del fenómeno tecnología-producción, observado en término de los tipos de bienes que se producen, genera resultados que potencian el desarrollo económico-social. Los denominados *bienes de capital* (los modelos clásicos de acumulación asignan a estos bienes el rol más dinámico en el proceso de acumulación del capital) ligados a los *bienes de consumo duradero*, aceleran el dinamismo del sistema. Por su lado, los *bienes tecnológicos* que predominan en los modelos de acumulación tecnológica[33], son indispensables para dar sustentabilidad a dicho desarrollo. La realimentación positiva de la acumulación física y tecnológica abre el camino para nuevas estrategias, en particular aquellas que acentúan los eslabonamientos en un contexto de *especialización* que profundiza la división del trabajo, la aparición de nuevas actividades, etc. La mayor productividad y competitividad que se alcance, depende de la producción intrarramal que se concrete en el interior de las filières y complejos de actividades.

La producción *intrarramal*[34] (segmentos especializados en el interior de la rama de un complejo, que aprovechan intensamente las economías de

[33] BAARK, Erik, *The accumulation of technology: capital goods production in developing countries revisited*, World Development, Vol.19, Nº7, 1991.

[34] JACOBSON, Steffan, *Intra-industry specialization and development models for the capital goods sector*, Weltwirtschaftliches Archiv, Helft 1, Bandt 124, 1988.

escala estáticas y dinámicas, el capital humano, etc.), es la estrategia dominante en los países desarrollados que se corresponde con el fortalecimiento del comercio exterior, en particular por dar una mejor respuesta a las demandas de productos especializados, diferenciados.

Otro aspecto relevante se relaciona con las modalidades fabriles que impone el desarrollo tecnológico. En este sentido el proceso productivo *flexible automatizado* y la economía de tiempo (*just in time*) responden a las exigencias de la demanda diferenciada, personalizada. La especialización flexible al facilitar los subcontratos con empresas de baja densidad de capital junto con la reducción de inventarios, baja los costos de transacción. El nivel de actividad depende de las ventas comprometidas. A esta estrategia responden eficientemente empresas pequeñas y medianas con elevada densidad tecnológica capaces de absorber variaciones instantáneas de la demanda. La escala de operaciones pierde relevancia y por el contrario se intensifican los rendimientos crecientes dinámicos.

El proceso fabril *convencional* que requiere de economías de escala para responder a la demanda masiva de bienes, se beneficia también de la actual revolución tecnológica al incorporar nuevos procedimientos de diseño, de organización fabril, de estandarización y de control de calidad. Se mantienen establecimientos de gran tamaño para responder a la demanda masiva. En el caso de bienes de consumo duradero, presentan rasgos que son típicos de la producción flexible automatizada.

La secuencia: —*Tecnología – Productividad – Competitividad*— asegura que el potencial productivo resultante de la implementación de políticas y estrategias de desarrollo desaten una genuina capacidad competitiva interna y externa. Las condiciones requeridas son diversas. En el caso de la tecnología, su difusión debe ser masiva para generar un nuevo sistema técnico en la economía. Caso contrario, al insertarse en islotes de modernidad el crecimiento resultante se traduce en desempleo, distribución de ingresos inequitativa y exclusión social. En la Argentina el cambio técnico al insertarse en islotes de productividad, favorece el aumento de la producción pero no el desarrollo. Tal cambio técnico es parcial, desarticulado, con elevada dependencia externa y de gran inequidad social. Ello se agrava por fallas en la co-evolución de otras variables, en particular las institucionales, culturales y sociales. Tampoco se alcanza una competitividad que facilite la generación de divisas.

La decisión de producir bienes científico-tecnológicos se produce, en la mayoría de los casos, en contextos que no son de competencia perfecta. En estos últimos predomina el equilibrio y la estabilidad[35]. En cambio, la oferta y demanda científico-tecnológica se lleva a cabo en mercados imperfectos. Aquí los rendimientos crecientes se asocian a conceptos claves que sientan las bases teóricas de los modelos de acumulación tecnológica. Los conceptos que se describen a continuación resaltan las características más relevantes en el proceso de desarrollo de los bienes tecnológicos. Los *rendimientos crecientes de adopción* indican que el mayor uso de una tecnología desplaza a las competidoras que pierden sus chances de desarrollarse aunque fuesen más eficientes. En ello inciden cuestiones económicas, políticas e institucionales

[35] ARTHUR, W. Brian, *Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events*, The Economic Journal, Vol. 99, Nº394, March 1989.

que conforman los *eventos históricos* que condicionan el desarrollo tecnológico. Acentúan este fenómeno no lineal el *aprendizaje por el uso*[36], las diversas *externalidades* que se generan, los *eslabonamientos* tecnológicos y los *rendimientos crecientes de escala y de información.* En estos modelos se destacan asimismo las propiedades de *sendero dependencia* (la historia importa). La ergodicidad (distintas situaciones conducen al mismo resultado), no se sostiene. También es relevante la *menor eficiencia* (tecnologías alternativas hubiesen dado mejores resultados), la *inflexibilidad* (la tecnología seleccionada no es cuestionada), y la *impredecibilidad* (se reduce la posibilidad de anticipar resultados en los mercados). En este contexto son relevantes los *encerramientos* (lock-in) tecnológicos.

En torno a la relación tecnología-empleo se generan los mayores equívocos. Ante un fuerte cambio técnico que reemplaza hombres por máquinas el desempleo crece, si tal cambio en las diferentes ramas de la producción es parcial. Al no generalizarse a todo el sistema productivo aprovechando sus rasgos generadores de poderosos efectos multiplicadores: *complementariedad* y *eslabonamientos* directos e indirectos, así como su capacidad para generar *externalidades positivas*, se desarrollan fuertes cuellos de botella e islotes de modernización que acentúan el desempleo y la marginalidad social. En consecuencia la tecnología no genera desempleo, sino las erróneas políticas de desarrollo o la falta de ellas. Se sabe que una sociedad tiene el mayor potencial de empleo si además de crecer, se desarrolla en particular atendiendo a sus políticas tecnológicas, sociales, urbano-regionales e institucionales. Respecto de las políticas tecnológicas, es importante recordar que si la tecnología no es endógena al sistema económico-social, el cómo se hace y el porqué se hace se disocian, debilitando el progreso social de un país y por ende la generación de empleo.

En países con plenitud de desarrollo económico, tecnológico, social, cultural, institucional y pleno aprovechamiento de sus regiones, se muestra un elevado crecimiento en el empleo, siendo baja la tasa de desempleo. Es el caso de USA y de Japón que con el 44% de la producción mundial sólo registran un desempleo que oscila entre el 4% y el 5%.

En consecuencia la concepción de que la tecnología es el factor principal de desempleo no se sostiene. Son múltiples los factores que desatan el desempleo, incluido el erróneo desarrollo tecnológico y la ausencia de políticas industriales, regionales y locales. Además frente a los grandes cambios tecnológicos, en los países capitalistas avanzados el empresariado sostiene posturas que implican la oferta de compensaciones a los trabajadores. El impacto de un fuerte cambio técnico como el actual, demanda, entre otros mecanismos, la flexibilidad del trabajo. En estos casos los empresarios lo reclaman porque han incorporado previamente nuevas tecnologías que se traducirán en más recursos y una mejor calidad de vida. Si subsiste el desempleo es porque son insuficientes los cambios técnicos realizados o permanecen restricciones organizacionales, sociales, urbano-regionales. En los países con menor desarrollo estos compromisos se debilitan y la flexibilidad puede implicar un beneficio generalizado incluso para empresas que no han realizado innovaciones. En estos casos, el desempleo es impulsado por fuertes políticas de ajuste.

[36] ROSENBERG, Nathan, *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, 1982.

Una estrategia central del desarrollo es la promoción de los complejos de ciencia y tecnología sobre la base de nuevas instituciones (polos, parques, centros, sistema regional de innovación, etc.). Los complejos por sus efectos multiplicadores aceleran la relación entre la producción de conocimientos y la producción material; las nuevas técnicas se aplican rápidamente y se perfecciona la realimentación de la información. Asimismo se reducen los costos del funcionamiento en los diferentes complejos de actividad. Esta forma de organizar las actividades se diferencia notoriamente de los institutos de investigación tradicionales que al operar en forma aislada transfieren pocos resultados al sistema productivo. Aunque hay transferencias, no alcanzan para modificar sustancialmente los patrones históricos de la productividad laboral. Esto se agudiza en las regiones subdesarrolladas donde el aislamiento y la incapacidad de sistema productivo reducen la posibilidad de absorber los resultados de las investigaciones. En este caso los gastos de investigación no se recuperan. En cambio las nuevas instituciones por su flexibilidad organizativa pueden planificar sus actividades sobre la base de la demanda local, nacional e internacional. En particular en las regiones subdesarrolladas alcanzarían mayor eficacia si se priorizaran los proyectos en línea con modelos de transición destinados a superar el estado actual de subdesarrollo.

Asimismo la flexibilidad operativa y la funcionalidad institucional de los complejos de ciencia y tecnología (universidades, laboratorios de investigación, etc.) y las instituciones de enlace antes citadas, facilitan la localización de ciertas industrias, en particular las que forman parte de los denominados complejos de tecnología avanzada.

En relación con la *endogeneización* de la ciencia y de la tecnología, se trata de un hecho histórico que se acentúa con la decisión de las corporaciones de internalizar los resultados del conocimiento[37]. Ello acelera los cambios tecnológicos materiales y organizacionales. La endogenización es creciente y responde a fuerzas económicas que la demandan. A mediados del siglo XX las transformaciones industriales y sociales abren el camino a un régimen de acumulación de capital: el fordismo. Se crean así, a lo largo del tiempo, las condiciones científico-tecnológicas, de recursos humanos calificados y de mercado que empujan el desarrollo de las industrias de tecnología avanzada las que ocupan un nuevo espacio en el mundo de las actividades económicas. La consolidación de un nuevo sistema técnico liderado por estas industrias es el fenómeno estructural más relevante.

Los procesos de reestructuración que se llevan a cabo en la economía, modifican el sistema económico dominante. Se revela la presencia y desarrollo de un *nuevo sistema técnico,* basado en racimos de innovación técnicamente interrelacionados. Para que ello ocurra es necesaria la complementación de los diferentes componentes tecnológicos. La falta de acoplamiento de los componentes, sea por rezagos en el desarrollo de alguno de ellos, sea por el predominio de truncamientos en los procesos productivos, genera cuellos de botella que frenan la evolución tecno-económica del sistema.

[37] ROSENBERG, Nathan, *Schumpeter and the endogeneity of technology*, Routledge, Taylor and Francis Group, London, 2000, 1-17.

En la *endogeinización* de la ciencia y la tecnología juegan un rol central, a partir de mediados de los primeros cincuenta años del siglo XX, las universidades, los laboratorios de investigación de los gobiernos, las empresas y las fundaciones con sus subsidios a la investigación. En consecuencia, el desarrollo de las instituciones acrecienta la endogeinización. A finales del siglo XX nuevas instituciones se organizan en redes dando lugar al desarrollo del sistema local, regional, nacional de innovación que acentúa el proceso de endogeinización.

Se ensancha la base de las materias científicas. La realimentación ciencia-tecnología muestra en diferentes momentos históricos la precedencia de la tecnología sobre la ciencia. Es en este proceso de realimentación positiva donde según Rosenberg, juegan un rol central las universidades. Ellas al asimilar en forma inmediata los resultados tecnológicos y darles sistematicidad teórica y metodológica, realimentan y aceleran el desarrollo. En este sentido, un concepto relevante es el de *Tecnología de Propósito Múltiple* (TPM) que facilita la profundización y difusión de los cambios estructurales[38]. A lo largo del tiempo ciertas innovaciones: maquina a vapor, telégrafo, petroquímica, láser, computadoras, se destacan por el aporte masivo de actividades nuevas, y la utilización de sus bienes en múltiples sectores. Este fenómeno tiene su correlato académico. En efecto la velocidad de la interacción de lo que hoy denominamos vinculación *universidad-empresa*, ha tenido un desarrollo notable en USA. Rosenberg señala que el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) genera la carrera de ingeniería química hacia 1915 como resultado de la interacción académica con un fuerte sector en expansión (sector químico-petroquímico) que impulsa el desarrollo de nuevas actividades y bienes. Cabe señalar que esto opera en un contexto cultural de rápida adaptación a los cambios que, según los historiadores, son dominantes en la sociedad americana. Ésta absorbe rápidamente las innovaciones y contribuye a su difusión. En la actual revolución científico-tecnológica se reitera este comportamiento. Ello se observa claramente en cada uno de los sectores de la industria de tecnología avanzada en las que se intensifican las relaciones con el mundo académico; éste innova y es influido por la innovación tecnológica y organizacional del mundo empresarial.

1.6. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Transferencia de tecnología *es la transacción comercial entre agentes económicos sobre una tecnología dada, incorporada o no a los bienes de capital.*

La tecnología se transfiere a través de distintas formas, unas explícitas (patentes, ventas de licencias, inversiones en nuevas plantas fabriles, acuerdos, joint ventures o acuerdos de asistencia técnica) y otras implícitas (proveedores e industrias de equipos, herramientas y materiales que contienen determinadas tecnologías). La transferencia de tecnología desempeña un rol central en el proceso de desarrollo y en la creación de ventajas competitivas para las empresas y las naciones.

[38] ROSENBERG, Nathan, *Schumpeter and the endogeneity of technology*, Routledge, Taylor and Francis Group London, 2000, 79-104.

Una particularidad que exhibe la transferencia de tecnología en los mercados de bienes tecnológicos y de capital, es la *disociación* entre el know how (manual de instrucciones sobre prácticas y experiencias en el uso de una tecnología) y el know why (conocimiento sobre como se hace la tecnología). Esta disociación determina que quien transfiere limita los usos y la difusión de la tecnología. No toda la información se transfiere al receptor de la tecnología. Además con el know-how sólo se pone en marcha un aprendizaje adaptativo que implica un bajo desarrollo de las actividades de investigación y de ingeniería. Es un freno para los objetivos de endogenización de la ciencia y la tecnología. En consecuencia la compra de tecnología no implica el dominio de la misma; para ello se requiere el desarrollo del know why y de infraestructura tecnológica.

Con la vigencia de relaciones centro-periferia, la transferencia de tecnología se lleva a cabo disociando el know-how del know-why. Ello se acentúa al no tener en cuenta la naturaleza del bien tecnológico y la forma en que compite en los mercados. La persistencia de las relaciones asimétricas en los campos de la producción y del conocimiento científico-técnico, frena el proceso de convergencia económica, social y cultural entre los países desarrollados y subdesarrollados. Los países subdesarrollados pagan caro los derechos de uso de la tecnología y además ésta suele estar próxima a la obsolescencia conforme a los estándares internacionales. Asimismo, los mercados tecnológicos son imperfectos, con elevadas barreras de entrada. Otra particularidad es si el país subdesarrollado dispone de la suficiente *capacidad de absorción* (absorptive capacity) para asimilar la tecnología. Esta capacidad se refiere a la infraestructura económica y tecnológica de una economía y la capacidad de la misma para adquirir, asimilar y transformar la tecnología industrial Estos factores y otros de carácter socio-económico y cultural, acentúan el rezago, en particular difícil de superar para los países con un desarrollo mediano en el mundo de los países subdesarrollados. La intensidad de los procesos de tipo *lock-in* e *interrelatedness*, junto a las erróneas políticas de estabilización, se propagan a todo el sistema formando un circulo vicioso de crecimiento, caracterizado por la des-industrialización, la exclusión social y fuertes recesiones. Ello ocurre, asimismo, en contextos donde ciertos avances productivos-tecnológicos conforman islotes de modernidad, los que sin embargo muestran limitaciones para alcanzar una mayor competitividad. A su vez, el resto de los sectores económicos disminuyen su participación en la generación del producto y se deteriora aún más la capacidad competitiva. Ello ocurre en la República Argentina, donde a la crítica situación económica se asocia una muy fuerte desocupación, caída del poder de compra y elevado endeudamiento interno y externo. La baja asignación de recursos a la actividad científico-técnica en los últimos treinta años (menos del 0,40 % del producto bruto interno), la ausencia de políticas productivas y de ciencia y tecnología, el estancamiento y declinación de las actividades de investigación, el fuerte déficit en el balance de regalías y la salida de científicos y tecnólogos del país, configuran una situación de aguda crisis.

En el *mercado* de transferencia de tecnología, desde el lado de la oferta, sus operadores son:

- Las multinacionales en la que en la mayoría de los casos las investigaciones básicas se mantienen en la casa matriz, internalizando las transferencias a sus filiales y con escasa investigación en éstas. No obstante en sectores de

las industrias de tecnología avanzada son un poco más permeables al desarrollo tecnológico local.

- Las corporaciones, multinacionales o no que venden bienes de capital a terceros países, con transferencia específica del know-how.
- Las empresas consultoras de ingeniería que operan básicamente en el campo de la infraestructura y de las industrias dinámicas estándar, cubriendo las actividades que van desde los estudios de prefactibilidad hasta la ejecución del proyecto de inversión, conjuntamente con actividades de capacitación relacionadas con las distintas fases del emprendimiento.

Del lado de la *demanda* los receptores son empresas de infraestructura y productivas, instituciones públicas y de servicios.

En cuanto al mercado de transferencia de tecnología, las características competitivas analizadas por Arthur, favorecen el desarrollo de mercados imperfectos. Si a ello sumamos los aspectos específicos de la transferencia de tecnología, ésta no puede reducirse a una mera transacción comercial.

La transferencia de tecnología hacia el interior de los países desarrollados motoriza el desarrollo de las diferentes regiones de un país, dado que no aparecen las limitaciones ni distorsiones del comercio internacional.

La relación *transferencia de tecnología-autonomía tecnológica* es un componente esencial para la generación de competitividad. La correlación entre patentes e Investigación y Desarrollo es relevante para la mayoría de los estudios realizados en USA, siendo las pymes las que patentan en forma más intensa.

Con respecto a los países subdesarrollados, la relación *transferencia de tecnología-autonomía tecnológica* es contradictoria. A las barreras descriptas, se suma la errática y exitista versión que sobre la ciencia y la tecnología tiene cierta dirigencia política que se instala como referente directo e indirecto de los poderes tradicionales. Las declaraciones sobre la sociedad de la información y del conocimiento son enunciados superficiales que paradójicamente se acompañan con fuertes restricciones presupuestarias, y la descalificación, por omisión o torpeza, de los recursos humanos que el país dispone.

La transferencia de tecnología en el ámbito del desarrollo local, regional es objeto de un creciente tratamiento en las revistas especializadas. Un importante desarrollo institucional y de investigación se lleva a cabo en el Polo Tecnológico Constituyentes S.A.[39] entidad de tipo red que asocia actividades de la Universidad Nacional de General San Martin (UNSAM), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA), Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Entre sus objetivos se cuenta fortalecer las vinculaciones entre los laboratorios de investigación y las empresas. En el campo de la investigación, el Centro de Transferencia y Vinculación Tecnológica de la UNSAM ha producido trabajos

[39] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Bases para un modelo de desarrollo tecnológico – industrial – regional. Parque Tecnológico Constituyentes*, Ediciones Macchi - Universidad Nacional de General San Martín,1998.

sobre bancos de datos: Comercio Exterior e Industria de la Provincia de Buenos Aires, así como trabajos de campo, entre los que se destacan el análisis de la demanda potencial de grandes empresas de la región de influencia del Polo, y de industrias de tecnología avanzada. Estas acciones responden a demandas de información que son esenciales para el desarrollo de procesos tecnológicos y de transferencia de tecnología. Contribuyen a ello la actividad de incubación, cursos sobre formación de emprendedores, actividades académicas destinada a la formación de tecnólogos, capacitación de nivel intermedio para las empresas, convenios con grandes empresas y pymes para el desarrollo de tecnologías, actividades de consultoría, etc. Todo ello fortalece las relaciones de trabajo en la Nación, la Provincia de Buenos Aires y los municipios que se localizan en el área de influencia directa del Polo Tecnológico Constituyentes. Se generan señales concretas para la formulación de las políticas industriales y de ciencia y tecnología.

Un análisis detallado sobre transferencia de tecnología y las acciones llevadas a cabo para acceder a la *autonomía tecnológica* en sectores específicos de la economía de Corea del Sur ha sido realizado por Kim[40] en el contexto de un modelo de tres estadios de industrialización. Se compara la innovación de procesos y de productos en los estadios inicial (fluido), de transición (consolidación) y específico (madurez). La secuencia con realimentación positiva: imitación – adaptación - autonomía tecnológica, y las estrategias de aprendizaje llevadas a cabo, muestran que este proceso comprende la acción del gobierno, de las empresas y los laboratorios de investigación, los que a través de acciones planificadas, conducen a la concreción de los objetivos fijados en cada etapa. En el caso de la industria de semiconductores, el rezago de Corea del Sur para producir el circuito integrado 64 K DRAM fue de 4 años respecto de USA y Japón (1983 con relación a 1979 de estos últimos). El inicio de la producción estuvo precedido de etapas de ensamble por parte de empresas extranjeras, capacitación y desarrollo de habilidades hacia el interior del país, imitación, ingeniería reversa, sistematización de las investigaciones, producción interna, consolidadas por una política global de desarrollo. La producción del circuito integrado 64 M DRAM, hacia 1992, permite anular el rezago. En 1995 con la producción del circuito integrado 256 M DRAM, Corea del Sur alcanza la *autonomía tecnológica*, aventajando a USA y Japón. La estrategia de desarrollo de Corea del Sur se halla en línea con las metas de la estrategia catch-up, pero en el contexto de un modelo de causación circular y acumulativa del capital.

El camino que un país subdesarrollado recorre para acceder a la autonomía tecnológica (endogeinización científico-técnica en una rama productiva, en una región o país), implica la movilización de fuertes recursos técnico-económicos y desarrollos institucionales, a fin de recorrer la secuencia con retroalimentación positiva: imitación duplicativa – adaptación – autonomía. En estos procesos son esenciales los modelos de aprendizaje que se acoplen con los tipos de actividad industrial que se pretende reconvertir o modernizar hasta alcanzar la autonomía tecnológica. Dado que alcanzar la autonomía implica un proceso de selección, las políticas industriales específicas deben acompañar este esfuerzo de desarrollo.

[40] KIM, Linsu, *Imitation to innovation. The dynamics of Korea´s technological learning*, Harvard Business School Press, Boston Massachusetts, 1997.

1.7. RENDIMIENTOS CRECIENTES

Los rendimientos comprenden tres tipos: decrecientes, constantes y crecientes. Desde el punto de vista *estático*, surgen tales rendimientos cuando en el proceso productivo, los insumos que se utilizan en el proceso productivo en una proporción determinada, son capaces de generar una proporción menor, similar o mayor de producto. Se tienen así, rendimientos de escala decrecientes, constantes o crecientes. Los rendimientos decrecientes se han asociado históricamente a la producción agrícola y los rendimientos constantes y crecientes a la actividad industrial. Los primeros conducen al estancamiento y los terceros, bajo ciertas condiciones, a una expansión de las actividades productivas y sociales. Los rendimientos constantes han sido esenciales para que, junto con una notable cantidad de supuestos, el programa de investigación neoclásico ortodoxo elaborara su modelo de equilibrio general, con solución única y estable. La presencia de rendimientos crecientes detectados y estudiados por economistas neoclásicos como Marshall y Hicks los lleva a reconocer que su generalización al sistema económico destruiría las bases del razonamiento neoclásico. Entre otros aspectos los rendimientos crecientes conducen a soluciones subóptimas, múltiples y a la formación de mercados monopólicos. Es por ello que en los modelos de crecimiento endógeno neoclásicos, los rendimientos son constantes en el ámbito de la firma, aunque crecientes en el ámbito sectorial y global. Éstos son los que determinan soluciones múltiples en el modelo. Tales rendimientos crecientes dinámicos se asocian a la producción de externalidades positivas y a una elevada complementación tecnológica- económica.

El análisis de los rendimientos crecientes se inicia con Smith y se acentúa en la actualidad. Según Smith, la división del trabajo, la especialización y la expansión de los mercados juegan un rol central en el desarrollo económico. La especialización genera rutinas, cuya superación se alcanza con esfuerzos tendientes a mejorar las mismas. Es el mundo de los rendimientos crecientes estáticos a *nivel microeconómico.*

La simplificación de tareas complejas en simples y especializadas agudiza la división del trabajo, principio que impulsa el desarrollo de nuevos bienes y actividades. La producción de nuevos bienes se halla limitada por la extensión de los mercados. En consecuencia la división del trabajo depende de la división del trabajo. Esto no expresa una tautología sino que es el resultado dinámico de la expansión económica. En este contexto, la división del trabajo acelera las invenciones.

Más adelante en el tiempo se agrega a la interpretación microeconómica de los rendimientos crecientes, el concepto de *métodos indirectos de producción*[41] (roundabout): el uso creciente de maquinarias complejiza la producción, la que se expande. Se profundiza la división del trabajo y surgen nuevas actividades y bienes, proceso sólo limitado por el tamaño de los mercados. En este contexto se incentiva la innovación. Se acuña la noción de *rendimientos crecientes macroeconómicos dinámicos.*

El predominio de los rendimientos crecientes complejiza el escenario neoclásico. Acá los rendimientos constantes, con funciones de producción homogéneas y lineales aseguran, junto con otros supuestos, el funcionamiento

[41] YOUNG, Allyng, *Increasing Returns and economic progress*, The Economic Journal, Vol. 30, March, 1928.

de mercados perfectos. La incorporación de innovaciones tecnológicas y organizacionales en diversos sectores con efectos diferenciados impulsan dos situaciones críticas para el modelo de equilibrio general: los rendimientos crecientes abren el camino a los mercados oligopólicos y anulan en el comercio internacional el principio de ventajas comparadas. Se polariza el desarrollo de actividades productivas fuertemente *especializadas* en el ámbito espacial con relaciones de intercambio *centro-periferia* que acentúan los procesos divergentes a escala regional-nacional-mundial.

En el ámbito de la empresa, los *rendimientos crecientes de escala* (un incremento porcentual en todos los insumos, genera un incremento porcentual mayor en el producto, con descenso en los costos medios) requiere que los bienes que se producen tengan una oferta elástica en los insumos que demandan, y para su venta posean una demanda intermedia y/o final elástica. En consecuencia cae el precio del bien cuando aumenta su demanda. Acá los costos fijos y las indivisibilidades técnico-productivas son elevados, lo que acentúa la tendencia a la formación de mercados imperfectos. Estas modalidades productivas y de mercados son típicas de las industrias de la segunda revolución industrial: celulosa, química-petroquímica, siderurgia, metalmecánica, automotores. En este mundo de rendimientos crecientes estáticos y dinámicos se consolida el régimen de acumulación fordista.

Con las industrias de tecnología avanzada se profundiza el concepto de *rendimientos crecientes dinámicos*, basado en las economías de variedad, externalidades positivas, aprendizaje e innovación.

Los rendimientos crecientes alteran, entonces, la armonía competitiva de la oferta y demanda del mundo neoclásico[42]. Sraffa considera que la armonía competitiva no tiene en cuenta la relación funcional entre costo y cantidad producida de un bien. En un régimen de competencia se supone que las condiciones de producción y de demanda de un bien son independientes entre sí y con relación a la oferta y demanda de otros bienes. El problema surge cuando costos y cantidad se interrelacionan con respecto a un bien y a otros bienes. Los rendimientos crecientes al abrir el camino al monopolio destacan el rol que juegan los costos. A mayor cantidad, menor costo, efecto que se traslada a otras industrias. Los precios se manejan desde la oferta, y los compradores no son indiferentes ante los diferentes productores; a su vez los monopolistas, si la demanda de sus bienes es inelástica, acentúan su dominio sobre el mercado. Al no tener en cuenta la relación costo-cantidad, sólo se tiene en cuenta las *economías externas* que los rendimientos crecientes proporcionan al productor individual. En la actualidad se vive en un mundo productivo en que son importantes los rendimientos crecientes, las economías externas y el impacto de insumos de una industria en otras. A su vez, desde la demanda importan la calidad del producto, la proximidad, las costumbres, las marcas, etc.

Los rendimientos crecientes se hallan en la base de los modelos de causación circular y acumulativa del capital que han sido descriptos en el capítulo I. Acá son esenciales las contribuciones de Myrdal-Kaldor-Verdoorn. La realimentación positiva que caracteriza a los rendimientos crecientes acentúa el autoreforzamiento y la causación acumulativa. En los rendimientos

[42] SRAFFA, Piero, *The laws of returns under competitive conditions*, The Economic Journal, December, 1926.

crecientes influyen el proceso de formación del *capital humano* (inversión en recursos humanos para desarrollar sus capacidades de ser y hacer) y la *innovación tecnológica* (nuevas formas de combinación de los recursos).

Una *teoría dinámica* sobre los *rendimientos crecientes* ha sido desarrollado por Arthur[43] en el Centro de Investigaciones sobre Sistemas Complejos del denominado Instituto de Santa Fe, Nueva México, USA. En el trabajo citado Arthur vuelca sus contribuciones individuales y el de otros autores sobre el tema. Los rendimientos crecientes siempre fueron cuestionados por la corriente neoclásica ortodoxa. Arthur señala que en los inicios de estas investigaciones hacia 1987, dos colegas le preguntaron sobre los temas que investigaba. Al responder que era sobre rendimientos crecientes, sus colegas le señalaron que tales rendimientos no existían, y que si existieran, no serían analizables. Tal prejuicio señala la dificultad en reconocer un concepto que es esencial para comprender la realidad. Arthur se basa en las investigaciones de Myrdal y Kaldor sobre los procesos de causación circular y acumulativa del capital y los procesos de localización de actividades económicas centrados acumulativamente en un lugar. Sus investigaciones lo ubican como un heterodoxo de la corriente de investigación neoclásical igual que Schumpeter, Lucas y Stiglitz.

Arthur desarrolla la teoría dinámica sobre rendimientos crecientes enfatizando su rol en las industrias de tecnología avanzada. En este mundo de sistemas complejos, la racionalidad del agente económico es acotada; también la información disponible. La teoría se basa en la retroalimentación positiva que muestran ciertos bienes en el mercado. Las empresas productoras de tales bienes toman la delantera en su lucha para lograr una mayor participación el mercado. La mayor participación en el mercado refuerza su rol dominante, expandiendo sus actividades productivas. En este contexto los rendimientos crecientes se afirman en tres aspectos. Uno, la reducción de *costos*. Los elevados costos al inicio de las actividades demanda ventas crecientes que reduzcan los costos unitarios. Dos, las mayores ventas son inducidas por el *aprendizaje por el uso* que llevan a cabo los consumidores. Se favorece el uso de rutinas las que incrementan las lealtades de la clientela. Tres, las *externalidades de red*. En este caso, el uso de un artefacto se expande a medida que más usuarios lo utilizan a menor costo.

Otros dos conceptos señalados por Aryhur operan para reforzar los rendimientos crecientes; sendero dependencia y encerramientos (lock-in). En la competencia entre empresas, una de ella toma ventajas las que se producen en un ambiente inestable. Aquí influyen los *eventos pequeños* (la historia importa) que forma un sendero dependiente de tales eventos. Ello asegura un lugar en el mercado (lock-in).

Con rendimientos crecientes la asignación de recursos cambia y la solución de los modelos determina *equilibrios múltiples* para cuya solución se acude a métodos probabilísticos. Además, la predicción es baja dado que se tiene más de una solución. Con respecto al proceso seleccionado no es necesariamente el más eficiente. Se lo adopta porque la selección está sujeta a eventos históricos. Se generan así *rendimientos crecientes de adopción*. En la elección de una tecnología los adoptantes compiten. La adopción es acumulativa, y los efectos de aprendizaje refuerzan la posición del adoptante.

---

[43] ARTHUR Brian, *Increasing returns and path dependence en the economy*, The Michigan University Press, 1994.

Con relación al *aprendizaje*, en particular en las industrias de tecnología avanzada, se identifica una fuerte conexión entre aprendizaje y retornos crecientes

En estos sistemas complejos se parte de la simetría de los elementos, y se arriba a resultados no simétricos. En ello inciden los estados múltiples, la no-predictibilidad, los encerramientos, la ineficiencia relativa y la dependencia (no-ergodicidad) que favorecen la ruptura de la simetría. La multiplicidad de resultados en los modelos con rendimientos crecientes le permite a Arthur y colaboradores generalizar un resultado probabilístico de *selección*, mediante un proceso aleatorio no lineal.

Respecto de las prácticas *monopólicas* de las industrias de tecnología avanzada, las mismas se acentúan porque los rendimientos crecientes, tanto estáticos como dinámicos, conducen a la imperfección de los mercados. Desde el punto de vista *jurídico*, las posiciones monopólicas que alcancen las empresas no se resuelven aplicando a las industrias de tecnología avanzada los criterios jurídico-económicos que se establecieran en empresas de la precedente revolución científico-tecnológica. La regulación que se establezca, según Arthur, debe contemplar el desarrollo de estos monopolios transitorios que son desplazados por la innovación. En este contexto debe conciliarse la preservación de la innovación (núcleo central del desarrollo) con el objetivo de la justicia (asegurar el funcionamiento competitivo de los mercados).

Los rendimientos crecientes encuentran un mayor desarrollo en el contexto de los complejos de actividades. Esta forma de organización industrial facilita las mayores ganancias colectivas por la *interacción de actividades*. Ello no es factible de alcanzar en el mundo de la empresa individual, excepto las ganancias que se derivan de los rendimientos crecientes estáticos (rendimiento creciente de escala de la planta manufacturera). En el mundo de los rendimientos crecientes importa la eficiencia colectiva, fruto de las *economías de aglomeración* y de la *acción conjunta*[44]. Con relación a la acción conjunta, ésta se expresa en forma diversa: joint ventures, alianzas estratégicas, redes, que permiten a las empresas adquirir ventajas competitivas. En cuanto al aspecto estático de los rendimientos crecientes de escala en el ámbito de planta, éste aspecto ha sido cuestionado por los partidarios de la especialización flexible quienes afirman que con las industrias de tecnología avanzada se impulsa un proceso de desverticalización de actividades que reduce la importancia de tales economías. Tal proceso surge de la creciente diferenciación de productos, de nuevas técnicas (just in time) y de nuevas estrategias organizativas. No obstante, como se señala más adelante, las modalidades productivas de las industrias de la segunda revolución industrial y de las industrias de tecnología avanzada, muestran en el tiempo, una convergencia de tales modalidades.

El concepto de rendimientos crecientes es central en el análisis del comercio internacional, economía de la innovación, desarrollo, organización

[44] SCHMITZ, Hubert, *Collective efficiency and increasing returns*, in Cambridge Journal of Economics, 23, 1999, p. 446.

industrial, macroeconomía, mesoeconomía, economía regional. De él se desprenden y giran en su derredor la mayoría de los conceptos claves de la economía de la innovación. Tal es el caso de las externalidades tecnológicas que refuerzan el impacto de los rendimientos crecientes.

1.8. EXTERNALIDADES

Las *externalidades* son los efectos positivos y negativos que benefician/perjudican a los agentes económicos sin que ellos participen en el proceso de intercambio. En sentido amplio, son todas las formas de interdependencias directas e indirectas entre los agentes económicos que no operan a través de los mecanismos de mercado. No se reflejan en el precio de los bienes. Los costos y los precios al no incorporar las externalidades envían *señales* incorrectas a los mercados de bienes.

Las externalidades dependen de la distancia. En consecuencia, la proximidad espacial entre las empresas facilita el aprovechamiento de las externalidades generadas por algunas de ellas. También son esenciales para el desarrollo de nuevos bienes. En efecto, las externalidades al ser elevadas en términos de las relaciones (ciencia-tecnología-innovación), (usuarios–productores-clientes) y en los procesos de aprendizaje, inducen la producción de nuevos bienes.

Las externalidades son negativas o positivas. Las externalidades negativas, deseconomías, surgen cuando el costo social supera al costo individual. Las externalidades positivas ocurren si los beneficios sociales son mayores que los beneficios privados.

Las *externalidades negativas* se destacan por su impacto sobre la salud individual y colectiva de una comunidad, como son los casos de polución y desertificación.

Las *externalidades positivas* comprenden beneficios que se expresan en menores precios, nuevas actividades, nuevos bienes, que favorecen el bienestar individual y colectivo de los ciudadanos. Este tipo de externalidades es uno de los motores del desarrollo, junto con la expansión de las capacidades de ser y de hacer de los individuos. Es por ello que las *inversiones innovadoras* conforman el núcleo central del desarrollo. En efecto, ellas incluyen la innovación, la producción de nuevos conocimientos técnicos, la información científica y tecnológica, las diversas formas del aprendizaje, las capacidades tecnológicas, organizacionales e institucionales, la investigación y desarrollo y los recursos humanos calificados. Se trata de conceptos asociados que multiplican las externalidades positivas.

Una distinción clásica de las externalidades se remonta a Viner[45], Meade[46], Scitovsky[47]. Ellos se refieren a externalidades pecuniarias y tecnológicas.

---

[45] VINER, Jacob, *Cost curves and supply curves*, 1931, en STIGLER, George y BOULDING, Kenneth, *Readings en price theory,* Richard. D. Irwin Inc., 1952, 198-232.

[46] MEADE, James, *External economies and diseconomies in a competitive situation,* Economic Journal, 62, March 1952, 54-67.

Las *externalidades pecuniarias* ocurren cuando por la acción de una o varias empresas se produce una reducción de costos y de precios de mercado. Un incremento en la demanda de un insumo induce al aumento de producción de la empresa proveedora del mismo, y en consecuencia a la rebaja de precio del bien demandado.

Las *externalidades tecnológicas*, llamadas también *reales* ocurren fuera del mercado (no se registran cuantitativamente). Éstas son las que al producirse no se reflejan en el precio de los bienes. Son las que los neoclásicos caracterizan como fallas del mercado. Las externalidades tecnológicas se registran en las funciones de producción y en las funciones de utilidad de los consumidores Son numerosos los casos de externalidades tecnológicas: conocimiento y capacidades generadas en una empresa o sector que se difunden sin costo, a través de diferentes canales de comunicación (conversaciones informales, obreros calificados que cambian de trabajo, congresos, monografías). Los complejos de actividad con elevadas economías de aglomeración son el componente espacial y organizacional más eficaz para producir externalidades.

La corriente neoclásica ortodoxa aduce que las externalidades tecnológicas desalientan la inversión. Esta visión estática de la actividad productiva individual no tiene en cuenta que desde el punto de vista dinámico, en el contexto de los complejos de actividad y de sectores interrelacionados, las externalidades tecnológicas, asociadas a los rendimientos crecientes, incentivan las inversiones, en particular las innovadoras. En consecuencia, la interacción: - externalidades pecuniarias -externalidades tecnológicas - realimenta el desarrollo. Ellas operan conjuntamente con la formación de recursos humanos acelerando el cambio cultural.

Uno de los temas de investigación más relevantes es el de la *medición* de las externalidades. En los modelos de crecimiento endógeno se aprecian las mismas a través de parámetros e indicadores indirectos. Tal el caso de los modelos de causación circular y acumulativa del capital, en los que a través de la denominada ecuación de Verdoorn, el parámetro β expresa un conjunto de fenómenos: rendimientos crecientes, educación, investigación y desarrollo. No obstante, es difícil la cuantificación directa de la variable externalidades. Sus efectos se conocen por los resultados teóricos que se obtienen en los modelos que la incorporan.

Las externalidades generadas por las innovaciones fortalece el desarrollo de mercados imperfectos, al tiempo que es esencial para las empresas, su internalización. Las innovaciones producen externalidades que son difíciles de retener en el ámbito de las empresas, más allá de la posición oligopólica que ostenten o la protección derivada de patentes y licencias. En consecuencia, las empresas fijan *estrategias de internalización* de las externalidades, mediante la organización de las actividades en complejos, joint ventures, alianzas estratégicas, redes, etc. La importancia de internalizar externalidades obedece a que los beneficios sociales son superiores a los privados en una proporción apreciable.

---

[47] SCITOVSKY, Tibor, *Two concepts of external economies*, Journal of Political Economy, 62, April 1954, 70-82.

1.9. COMPLEMENTARIEDAD

Es la relación necesaria entre bienes, procesos, sectores, regiones, que genera sinergias y una mayor producción de bienes.

Es esencial para el análisis y la formulación de políticas de desarrollo. Las políticas que contemplan la máxima aplicación del citado principio, facilitan la generación de eslabonamientos y de complejos de actividad. A su vez, éstos realimentan un proceso virtuoso en el que se acentúa la caída de los costos funcionales y estructurales. Los efectos multiplicadores que se desatan con el desarrollo de las interrelaciones en diferentes niveles: máquinas, procesos, plantas, redes de transporte, organización de la empresa, sectores, regiones, incrementan la producción, el empleo y la productividad social, base para el desarrollo de una verdadera competitividad. Asimismo, la ausencia de complementariedad en los procesos de *difusión* tecnológica constituye una de las más importantes barreras para la adopción masiva, sectorial y espacial del desarrollo tecnológico.

En lo referente a los *bienes*, un nuevo producto impulsa la demanda en doble dirección: una, la demanda directa en los mercados; dos, la demanda de productos complementarios. En la medida que ello ocurre los efectos sinérgicos son crecientes. En los mercados de bienes de base tecnológica, la eficacia de la complementariedad entre bienes acentúa las ventajas competitivas. A título de ejemplo, el desarrollo de la industria automotriz se acelera con el uso del motor de combustión, las rutas, estaciones de servicio, talleres de reparación, etc. La revolución computacional se acentúa con la complementación del circuito integrado con los transistores. Otro cambio que demanda complementariedad es la secuencia que forman: fibra óptica – láser – microelectrónica – telecomunicaciones – medicina. En este contexto las innovaciones incrementales y radicales deben complementarse y realimentarse. Ello favorece la generación de un nuevo sistema técnico.

Respecto de los *sectores económicos*, la mayor complementariedad alienta la formación de *racimos de inversión*, esenciales para acelerar el desarrollo. Tales racimos son más rentables e eficientes si se localizan en complejos de actividad.

Un fenómeno actual de complementariedad a escala sectorial y de complejos, es el que se desarrolla en los complejos de ciencia y tecnología y de industrias de tecnología avanzada con respecto a los complejos agroindustrial y de industrias dinámicas estándar. En los países desarrollados tal interacción es intensa, lo que lleva a acelerar su desarrollo, al tiempo que agudiza la divergencia entre estos países y los países subdesarrollados. La fuerte interacción entre los complejos aumenta sustancialmente la productividad social y la competitividad internacional de los países desarrollados, a medida que se intensifican las interrelaciones de los mismos. En cambio en los países subdesarrollados la escasa interacción o no-existencia de la misma a partir de cierto umbral, atrasa aún más el desarrollo material, así como el conocimiento y el aprendizaje.

La importancia de la complementariedad se acrecienta en los años 70, tiempo en el que crece la influencia del nuevo sistema técnico con la contribución relevante de las industrias de tecnología avanzada. Se incrementa la utilización de sus bienes por parte de las empresas de la segunda revolución industrial (petróleo – petroquímica – química – celulosa –

siderurgia – metalmecánica – automotor). Al comienzo las dificultades de interrelación de ambos sectores, unido a la declinación de las industrias citadas en último término, incidieron, junto con otros factores, en la caída de la productividad social. En el transcurso del tiempo se observa un intercambio de las propiedades que caracterizan a ambos sectores. En particular las industrias dinámicas estándar se benefician con la reducción de tiempos y costos. Las industrias de tecnología avanzada aportan herramientas, equipos, materias primas y recursos tecnológicos que impactan las funciones de planificación, organización, producción, control, información, decisión, simulación, aprendizaje y capacitación de las industrias dinámicas estándar. A su vez, éstas aportan a las industrias de tecnología avanzada, experiencias de organización, de producción en masa, aprovechamiento de los rendimientos de escala y estrategias de mercados, que se tornan relevantes al masificarse la producción en sectores industriales de tecnología avanzada.

El análisis de la economía de un país, una región, mediante la tabla de insumo-producto, muestra que en los países desarrollados la complementariedad es intensa y eficiente cuando la relación intersectorial es plena: no se registran ceros en las celdas de la tabla, y sus coeficientes técnico-económicos son mínimos. En un país subdesarrollado, la tabla contiene muchos ceros, sus coeficientes son elevados en términos relativos, y en casos extremos, los coeficientes reordenados pueden llegar a formar una tabla triangular, con ceros en el triángulo superior. Se trata de economías de base agrícola, con escaso o nulo desarrollo industrial, y en consecuencia, carentes de servicios esenciales.

La creciente complementariedad económica y tecnológica facilita la formación de un círculo virtuoso de desarrollo. En este sentido el concepto de *interrelatedness* que alude a una complementariedad plena entre sectores y bienes, muestra su faceta positiva para el desarrollo. Cuando se frena la acumulación puede llegar a formarse un circulo vicioso, en el cual las *interrelaciones* (interrelatedness) opera en sentido negativo, junto con los *encerramientos* (lock-in), entre ellos los tecnológicos. *Lock-in* es un fenómeno que se desata por la incidencia de pequeños eventos (*la historia importa*) que incide en la formación de un sendero *dependiente* (path-dependence). En este sentido, la irreversibilidad del proceso y la histérisis que contiene determinan que una elección ineficiente se extienda en el tiempo.

La cara opuesta de la complementariedad como efecto virtuoso, surge cuando se frena el crecimiento. Las interrelaciones (*interrelatedness*) negativas al conformar rigideces en el proceso de cambio estructural, frenan la innovación y la modernización.

Frankel[48] ha puntualizado que el subdesarrollo y el freno de las economías maduras se deben a costos elevados de producción y a la baja productividad social. Lo atribuye a factores *institucionales* (resistencia al cambio, rezago de conocimientos, etc.), del *medio ambiente* (escasez de recursos) y a las citadas rigideces *tecno-económicas*. En éstas se debe prestar atención al rol que juegan los denominados *sunk costs*: costos históricos no recuperables al momento de cesar la actividad o con la compra de nueva maquinaria. El cálculo que se realiza para optar por una innovación debe tener en cuenta los costos citados. Uno de ellos es la parte de los bienes de capital no amortizados al momento de realizar un cambio.

[48] FRANKEL, Marvin, *Obsolescence and technological change in maturing economy*, The American Economic Review, 1942.

Respecto de fenómeno de interrelatedness en sentido negativo, Frankel señala que el mayor desarrollo tecnológico hace más complejo al sistema económico, mostrando la relación entre sus bienes, procesos, sectores, regiones, una mayor rigidez. Esto frena el desarrollo de los diversos tipos de innovación y aumenta la obsolescencia del sistema conjuntamente con la presencia de mayores bloqueos. En consecuencia el *cambio técnico* no es un fenómeno aislado, individual; tampoco separable, tal que permita realizar un cálculo independiente de costos. Ésta es una de las causas que anula importantes procesos de reconversión en empresas. El resultado es un mayor endeudamiento al persistir los costos elevados y la baja productividad social. También considera que el estancamiento que desatan las interrelaciones negativas, caso el Reino Unido, es más difícil de superar en economías maduras que en los países subdesarrollados. Éstos carecen de importantes interrelaciones previas y en consecuencia es un fenómeno menos grave que en los países desarrollados. Esto no se cumple en el mundo real, porque como se señala a lo largo del presente trabajo las diferencias de desarrollo científico-tecnológico, la baja prioridad en la formación de recursos humanos, las ineficientes prácticas del aprendizaje, la falta de recursos financieros, entre otros, acentúa la brecha entre los países desarrollados y los subdesarrollados.

Un tratamiento conjunto de los denominados fenómenos de *lock-in* y de *interrelatedness* se lleva a cabo en el contexto del modelo citado en el capítulo anterior de causación circular y acumulativa del capital de tipo kaldoriano[49]. En este modelo, el círculo virtuoso de crecimiento se frena por la acción combinada de las variables antes citadas.

1.10. FLEXIBILIDAD

El concepto de *flexibilidad* favorece el aprovechamiento óptimo de los recursos productivos al satisfacer rápidamente los cambios en la demanda de los consumidores. Se facilita el desarrollo de las *economías de variedad.* La reducción de tiempos y costos y la calidad de las respuestas generan nuevas técnicas productivas, cambios en las relaciones laborales y en los mercados. Con el desarrollo masivo de las industrias de tecnología avanzada éstas aportan ciertas características en todos los ordenes de la producción y del empleo. La creciente importancia de las economías de variedad, con eslabonamientos cortos y rápidas respuestas a una demanda personalizada, diversificada, origina fuertes cambios en la organización fabril. Entre otros cabe citar:

Lean production (sistema de reducción de tiempos y costos): es una simplificación de actividades que no agregan valor. Se relaciona con:

- costos de poner en funcionamiento la planta;
- mantenimiento de equipos y herramientas;
- restricciones de capacidad (cuellos de botella);
- manipulación de los materiales;

[49] SETTERFIELD, Mark, *Rapid growth and relative decline. Modeling macroeconomic dynamic with hysterisis*, St. Martin Press, Inc., 1997.

- inspección;
- desbalances de la línea;
- inventario.

Para ello se utilizan técnicas de reducción de tiempos y costos en la producción masiva Las más importantes se describen a continuación:

Batch: determina una relación producción-mercado que no es permanente, tiene que ver con el tipo de demanda.

Just in time: estrategia de fabricación según la cual el stock de materiales o de productos terminados no debe permanecer ocioso durante mucho tiempo en la cadena de suministro. Es un sistema por el cual en lugar de acumular piezas y componentes las empresas optan por recibirlos en la cantidad necesaria y en el momento justo para cumplir con su cronograma de fabricación. Sincronización de las operaciones para evitar la acumulación de stocks.

CAD / CAM: siglas inglesas de computer-aided design / computer-aided manufacturing, o sea diseño asistido por computadora y fabricación asistida por computadora. Es un software usado para diseñar productos tales como tableros de circuitos electrónicos en computadoras.

Calidad total: proceso que está orientado a satisfacer las necesidades de los clientes. Es uno de los instrumentos para mejorar la eficiencia.

Reingeniería: es un concepto gerencial mediante el cual se reexaminan o se replantean todos los procesos en una organización.

Benchmarking: herramienta de transformación empresarial. El término alude al proceso por el cual una empresa compara su desempeño con otras; toma ejemplo de las compañías líderes e imita el desarrollo de una o todas sus funciones. El benchmarking es una medición continua y un proceso de análisis que compara los procesos, las prácticas o metodologías propias con los de otras organizaciones.

Outsourcing: literalmente en inglés quiere decir "ir a buscar la fuente afuera"; se trata de un acuerdo mediante el cual una compañía (o sea un tercero) brinda a otra un servicio que de otra forma se haría internamente. Es una herramienta que propone usar recursos externos para desarrollar actividades especializadas que no constituyen la esencia del negocio (manejo de la información, limpieza, vigilancia, contabilidad, etc.).

Empowerment: delegación de autoridad. Una estrategia que permite a los empleados asumir mayores responsabilidades por las tareas que realizan, y a los gerentes adoptar un rol de respaldo.

Resizing: reformular la compañía y redefinir su tamaño para hacerla más eficiente. La mayoría de las veces es para achicarla (downsizing).

Logística: Logística es hoy lo que antes se conocía como distribución. La logística moderna es una combinación de tres elementos: almacenamiento, distribución e informática. Esto suele implicar la contratación de terceros y la automatización de los procesos.

Reconversión productiva: Frente a desajustes productivos en los mercados, la reconversión productiva tiende a devolverle competitividad a la empresa. Ella debe abarcar todos los segmentos de actividad de la empresa.

Normas de calidad; las más relevantes son:

ISO 9000 (*International Standarization Organization*): es una norma internacional para regular un Sistema de Dirección de Calidad (Quality Management System). La norma proporciona la base y guía para el desarrollo de un Sistema de Calidad. Los detalles varían de compañía en compañía y de lugar en lugar. Requiere un conveniente y documentado aseguramiento de proveedores. Contiene requerimientos mínimos de un Sistema de Calidad. En Argentina, las normas ISO han sido adoptadas y traducidas por IRAM (Instituto de Racionalización de Materiales – Instituto Argentino de Normalización), y se denominan IRAM-IACC-ISO E 9000. Son genéricas, no son específicas para cualquier producto. El sistema ISO 9000 es una característica general de la Gestión de Calidad Total.

ISO 9001: Sistema de calidad. Modelo para aseguramiento de calidad en diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio de post venta.

ISO 9002: Sistema de calidad. Modelo para el aseguramiento de calidad en producción e instalación.

ISO 9003: Sistema de calidad. Modelo para asegurar la calidad en inspección final y pruebas.

ISO 9004: Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad.

ISO 14000: Conjunto de normas internacionales para el aseguramiento de la conservación del medio ambiente.

ISO 18000: Normas de Seguridad.

COPC-2000: Normas sobre software.

En el campo de la organización industrial se desarrollan criterios que se hallan en conflicto con criterios generalizados en el período fordista tal como la des-verticalización de actividades, la reducción del rol de las economías de escala, la estandarización de la producción, los mercados de venta masivos, etc. Las nuevas modalidades de las organizaciones, menos jerárquicas, más aplanadas, favorecidas por la organización en forma de redes y de mercados selectivos para producciones altamente especializadas, suponen la suplantación masiva de las formas productivas, organizacionales y laborales del fordismo.

En el plano laboral el obrero polivalente representa la modalidad más eficiente y por lo tanto tal calidad es la más relevante. Ello impulsará el desarme progresivo de las organizaciones del trabajo que crecen en el estado de bienestar al asociar su poder sindical a la conquista de un elevado porcentaje del salario indirecto, social, en el conjunto de remuneraciones. La pérdida de conquistas laborales en el campo de la previsión, educación, salud y vivienda, unida a un fuerte incremento del desempleo en la mayoría de las naciones, reducen el componente indirecto del salario y la porción de bolsillo que se percibía anteriormente. El salario directo asociado a la productividad social es una norma que entra en crisis. En efecto, el notable incremento de la productividad, vía progreso técnico, implicaría subas sustanciales en el salario. Ello no ha ocurrido, en particular en los países subdesarrollados. En consecuencia, el obrero debe responder a las nuevas demandas productivas aceptando una mayor desocupación, fruto no de la tecnología sino de las rigideces estructurales del sistema, y un salario no compatible con los

resultados del progreso técnico, y con la mayor capacitación. Se exige mayor capacitación, en muchos casos respondiendo a procesos de aprendizaje que no resultan satisfactorios, en particular para las empresas innovadoras. Las empresas líderes, por su lado, desarrollan mecanismos de organización del trabajo, como los círculos de calidad, just in time, premios a la mayor productividad que suponen la asociación en términos de intereses de obreros y empresas. En este contexto madura la estrategia de la *flexibilidad* en el sistema productivo y en las relaciones laborales. La generalización de esta estrategia de los países desarrollados a los subdesarrollados, produce efectos contradictorios. En los países desarrollados, la flexibilidad laboral que implica en sus aspectos más críticos la pérdida de la estabilidad, se desarrolla en un ambiente en donde los empresarios, en su mayoría, han incorporado innovaciones tecnológicas, organizacionales, financieras y de mercado, que les permite recuperar e incrementar su tasa de beneficios. En consecuencia acuerdan un nuevo tipo de pacto social que demanda la participación de los asalariados. Éstos tienen una mayor garantía en el sentido que las innovaciones se hicieron y están en condiciones de recibir los beneficios de una mayor productividad social. El compromiso ético de los empresarios dentro de las reglas de juego del capitalismo se cumpliría. Ello no ocurre en los países subdesarrollados donde las medidas de flexibilidad laboral son utilizadas para racionalizar el ineficiente sistema de trabajo vigente. Se utiliza para concretar en el tiempo masivos desempleos, sin el correspondiente compromiso ético de actualización tecnológica.

Se señala acertadamente que la flexibilidad se *independiza* del tipo de tecnología utilizada[50]. En efecto, las máquinas-herramientas de control numérico se utilizan en ciertos casos para desarrollar la iniciativa de los trabajadores; en otros caso, sirve para incrementar el control sobre los trabajadores.

Más allá del concepto de flexibilidad, desarrollado inicialmente por Piore y Sabel[51], se observa en la actualidad un proceso de convergencia entre las llamadas industrias del fordismo y las industrias de tecnología avanzada. En las primeras perdominan las grandes empresas, las economías de escala, la estandarización productiva, la organización vertical, la relación salarial dominada por los sindicatos y los mercados masivos. En las segundas son relevantes las empresas medianas y pequeñas, las economías de variedad, los productos diferenciados, la organización plana en forma de red, la relación salarial basada en la flexibilidad y los mercados segmentados. Tal convergencia es impulsada por la gigantesca concentración financiera que concreta fusiones de dimensiones que superan el producto bruto de muchos países subdesarrollados. Ello aumenta aún más la complejidad sistémica de la sociedad actual. Diversas son las críticas que recibe la supuesta preeminencia de las modalidades organizativas que llevan a la flexibilidad. Bramble y Fields en el trabajo citado señalan que la dicotomía descripta entre el fordismo y el postfordismo no se constata en la realidad. La interrelación es más rica que la dicotomía. El conjunto de la industria fordista (química, petroquímica, siderurgia, metalmecánica, automotores, celulosa) y de las industrias de tecnología avanzada, (biotecnología, tecnología de la información, materiales avanzados, actividades nuclear y aeroespacial, instrumentos científicos, de

[50] BRAMBLE, Tom y FIELDS, Diane, *Theories of postfordismo: a critique*, Department of Economics, La Trobe University, Bubdoora, Victoria, Australia, December, 1990.

[51] PIORE, M. and SABEL, C., *The second industrial divide*, Basic Books, New York, 1984.

medición y control) si bien mantienen sus rasgos esenciales, muestran una importante interpenetración de sus conceptos básicos.

1.11. PRODUCTIVIDAD SOCIAL

La productividad social mide el rendimiento físico de los factores productivos, siendo un indicador genérico del progreso técnico. Los niveles de productividad social se concretan, dada una correspondencia equilibrada entre los multiplicadores de la oferta y la demanda nacional, regional, sectorial, y una distribución de ingresos capaz de absorber los resultados del progreso técnico y de la capacidad innovadora que existe en el sistema. También la elevación de la productividad exige la integración de la estructura productiva a través de la intensificación de las economías de aglomeración. Todo ello es esencial para reducir costos y precios de producción, comercialización y financiación en el ámbito de la empresa. Si esto ocurre se consolida y difunde el progreso técnico.

La relación productividad-producto bruto interno en el modelo de causación circular y acumulativa del capital, establece que en todo proceso de apertura económica, la calidad de ésta no se mide por la productividad microeconómica, sino por la capacidad del sistema para dinamizar el cambio estructural que favorece el desarrollo endógeno.

En los últimos 30 años se desata una fuerte polémica alrededor del denominado rompecabezas de la productividad del sistema capitalista. Se observa que a mayor desarrollo científico-técnico, la productividad global del sistema en los países desarrollados no se intensifica. Ello da lugar a la llamada *paradoja de la productividad* en particular en los años 70 y los 80.

La caída de la productividad laboral durante este período, en especial en los países desarrollados, se acentúa. Sobre este fenómeno se dan diversas interpretaciones. Una, los errores de medición del capital intelectual. Otra, la lentitud y escasa difusión de las nuevas tecnologías. Ellas son importantes y se asocian a la interpretación de carácter estructural que enfatiza las dificultades de integración y de retroalimentación positiva entre las actividades del denominado ciclo fordista de acumulación del capital, y el nuevo sistema técnico dominante en las industrias de tecnología avanzada. La lentitud en la consolidación de un nuevo sistema técnico se reduce si la política económica es eficaz y la capacidad de adaptación cultural es elevada en este estadio de transición. Ello ocurre en USA, país en el que se producen, en la década del noventa, incrementos de productividad global y sectorial y de la producción, sin precedentes desde los años de la posguerra.

La productividad en el sistema se efectiviza si se reducen los costos funcionales y estructurales del mismo.

Los *costos funcionales* comprenden los de infraestructura, de insumos, de organización, financieros y en particular los de transacción. Los costos de transacción son de diverso tipo: de organización, transferencia, contratos, y de información. La carencia, insuficiencia y manipulación de la información acentúa las imperfecciones del mercado, agrava las asimetrías de información

(posesión de información que se traduce en ventajas económicas para una de las partes) y frena el crecimiento. La insuficiencia de información en los mercados relativiza la eficacia de las señales, en particular la de los precios, reduce la capacidad de respuesta de los agentes económicos y desata errores respecto de los factores productivos y sociales. En cambio la optimización de la información en cuantía y calidad es una fuente de externalidades positivas.

Las empresas se encuentran con una estructura de costos funcionales que sólo controlan parcialmente. Bajo control se hallan los costos sobre los que se tiene poder de decisión, en tanto que otros, por su exogenidad, no son controlables. Esto genera tendencias contrapuestas. Ciertas empresas tienden a disminuir los costos realizando correctos cambios técnicos. Otras empresas tienden a la suba de los costos al depender en mayor medida de factores exógenos. Entre los costos exógenos a las empresas cabe citar los que corresponden a servicios públicos (electricidad, teléfono, gas, agua, etc.). En este caso, si el servicio es público se atribuyen los mayores costos a la burocracia y a la ausencia de cambio técnico. Si las empresas se hallan privatizadas, los mayores costos se atribuyen a la limitada incorporación de tecnologías que mejoren la productividad de las empresas y a la ineficiencia en los mecanismos de regulación. En ambos casos estas dificultades son el resultado de la baja capacidad de decisión del Estado.

Otras variables exógenas al sistema de decisiones empresarial sobre las que el Estado tiene una enorme incidencia a través de las políticas, se relacionan con los bienes importados, la financiación, los impuestos, las políticas arancelarias y cambiaria. El precio elevado de los bienes importados, en particular los tecnológicos y los de capital con elevada tecnología incorporada limitan el crecimiento y el desarrollo sectorial y regional de una economía. La baja disposición del crédito y el elevado nivel de las tasas de interés también deterioran la competitividad en particular de las pymes y contribuyen a su endeudamiento. Esto se agrava en los países subdesarrollados por la ausencia de mecanismos institucionales que les permitan a estas empresas acceder a un financiamiento sin elevadas tasas de interés y sin crecientes costos de transacción. Las dificultades se acentúan, entre otros factores, por las erráticas políticas impositivas que además de la regresividad facilitan la evasión y la elusión que son más permisivas para los los grandes capitales que para las pymes y los profesionales calificados.

Todos estos casos revelan que la secuencia: —cambio técnico – productividad – costos—, no es lineal. Se trata de un proceso de realimentación positiva con fases negativas que dependen de factores exógenos: subas y bajas en la que cuentan factores de organización económica, formas de realización del cambio técnico, eficacia en los sistemas de decisión pública y privada y la dinámica de los mercados.

Los *costos estructurales* son los que determinan la genuina competitividad del sistema. La mejora de los costos funcionales si bien es indispensable en el corto plazo para lograr competitividad internacional, ésta no se consolida en el tiempo si no se alcanzan resultados satisfactorios en la reducción de los costos estructurales. Una política económica de desarrollo sólo será efectiva si se crean y asignan recursos para operar sobre las siguientes variables que inducen a la reducción de los costos estructurales:

Complejos de actividad	Eslabonamientos
Complementariedad	División del trabajo
Especialización	Economías de escala
Economías de variedad	Tecnología
Capacidad tecnológica	Capacidad organizacional
Aprendizaje	Información
Fertilización cruzada	Externalidades
Costos de transacción	Integración
Eficiencia	Alianzas estratégicas
Eficacia	Equidad social

La variable productividad, esencial para generar una genuina competitividad y un mayor standard de vida, no es el resultado de un simple cálculo económico. Éste debe ser acompañado por una apreciación multidimensional de la misma. Desde el punto de vista económico los niveles de productividad, aunque diferenciados, deben ser masivos en términos sectoriales y espaciales. Arrastrado por el impacto de las innovaciones el sistema debe privilegiar la base económica de las regiones y municipios, priorizando, entre otras medidas, los eslabonamientos y la formación de complejos de actividad, en cuyo interior la optimización de la información y del conocimiento local, y la reducción de los costos funcionales y estructurales encuentran un cauce para manifestarse. Si ello ocurre habrá una mejoría de la calidad de vida de los ciudadanos en el orden social y cultural.

1.12. COMPETITIVIDAD

La competencia, sea interna o externa induce a la mejora de las habilidades tecnológicas, productivas y comerciales. Sin ella es impensable el crecimiento y el desarrollo.

La competencia interna es influida por el tamaño del sector industrial, su nivel de diversificación y la política del gobierno sobre la entrada, salida, expansión, escala, etc., de las empresas.

La competencia externa respecto de las importaciones, exportaciones y la inversión externa es aún más estimulante para concretar el desarrollo sustentable.

El ámbito de definición de la competitividad abarca los aspectos de la producción, la demanda y los ingresos junto con la eficacia de las políticas fiscales, financieras y de desarrollo de un país.

La organización Council of Competitiveness[52] define la competitividad de un país a partir de indicadores relacionados con la producción, demanda e ingresos. Se reconoce así la multiplicidad de factores para que un país, una

[52] Council of Competitiveness, *Competitiveness index 1992*, Washington DC, September, 1992.

región, sean competitivos. A través de los indicadores de inversión, productividad, exportaciones y estándares de vida, se forma una pirámide en cuya base se halla la inversión; ella sostiene las otras medidas que requiere la competitividad. Le sigue la productividad como reflejo de la innovación tecnológica, en particular en el sector manufacturero. Respecto de las exportaciones se distinguen los efectos del corto plazo (política cambiaria, arancelaria, etc.) que afectan los precios, y los de largo plazo (inversiones, productividad, innovaciones) que prestan atención a la calidad, precios y disponibilidad de bienes. Si cada escalón de la pirámide tiene rendimientos satisfactorios en términos de eficiencia y eficacia, se incrementará el estándar de vida.

Similar postura sostiene Porter[53], que define la estrategia competitiva por la performance satisfactoria internacional que alcanzan ciertas empresas sobre la base de la competencia que se desarrolla entre firmas similares para acumular activos y desarrollo tecnológico.

Las relaciones recíprocas entre inversiones – productividad – tecnología – innovación – competencia, plantea problemas de creación y asignación de recursos para que el crecimiento y el desarrollo resulten eficientes.

Una medida de la *competitividad sistémica* de la economía se expresa en el costo laboral unitario, desarrollado en el capitulo II. Se plantea aquí la compatibilización entre una balanza comercial con productos jerárquicamente reestructurados, y un sistema productivo de elevada productividad, basado en *el progreso técnico endógeno.* Aquí se enfatiza la *creación de recursos*[54], en la cual las inversiones innovadoras, el aprendizaje y la investigación y desarrollo juega un rol esencial. Desde esta perspectiva la *asignación de recursos* queda subordinada a la creación de los mismos. La intensidad de los recursos generados acelera el desarrollo sustentable.

En este tipo de modelos, el mecanismo dinámico esencial se desarrolla a partir de las inversiones innovadoras. La tasa de beneficio del sistema resultante de una equitativa distribución de los ingresos (favorece la expansión de los mercados), alimenta la reproducción ampliada del capital al destinarse a inversiones innovadoras. Del conjunto de inversiones que determinan la calidad y cantidad del proceso de acumulación del capital, las innovadoras son las más dinámicas por ser portadoras de rendimientos crecientes de escala, tanto *estáticos* (rendimientos crecientes de planta, división del trabajo, intensificación de la relación capital-trabajo), como *dinámicos* (aprendizaje, capacitación, investigación y desarrollo, capital humano). La expansión de la producción social incrementa la escala de actividades, diversifica la producción, acentúa la división del trabajo, demanda más máquinas especializadas, mayor capacitación, nuevas tecnologías. Todo ello redunda en una mayor productividad laboral. Se facilita así la expansión de los mercados que se traduce en nuevas industrias y nuevos bienes.

[53] PORTER, Michael, *The competitive advantage of nations*, Mac Millan, 1990.

[54] KALDOR, Nicholas, *The irrelevance of equilibrium economics*, The Economic Journal, Vol. 82, Nº328, December, 1972.

1.13. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

El *sistema nacional de innovación* es desde la perspectiva de Nelson[55] la red de instituciones públicas y privadas relacionadas con los procesos de innovación. Lundvall[56], entre otros autores, centra el concepto en la *interacción* en el ámbito nacional entre el sistema de actividades innovadoras y los sistemas productivo-sociales. Conforma el mecanismo *coordinador* más eficaz para impulsar las actividades científico-tecnológicas. En él se destacan tres aspectos críticos para su desarrollo: las relaciones productor-usuario, el fortalecimiento de las capacidades (de ser y hacer) y la formación de complejos de ciencia y técnica.

- Las *relaciones usuario-productor* dinamizan, mediante sus relaciones directas, el cambio tecnológico endógeno, condición necesaria para el desarrollo sustentable. La evolución positiva de estas relaciones es una fuente de externalidades que al internalizarse con la integración vertical de las actividades, reduce los costos de transacción. Un aspecto relevante de los procesos de innovación es la fuerte demanda de eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante que se desatan. Mientras las innovaciones de proceso se usan en el mismo sector que las origina, las de producto se propagan fuera del sector[57]. Se demuestra además el impacto positivo que tiene en la competitividad internacional la exportación que realizan los usuarios de tecnología avanzada favorecidos por la intensidad de las relaciones usuario-productor[58]. Se relativiza entonces el rol que en el comercio internacional tienen las ventajas comparativas naturales respecto de las competitivas que surgen del desarrollo endógeno de los bienes tecnológicos. En el contexto de una estrategia de profundización de las exportaciones que se basan en producciones intrarramales, la estabilidad y el fortalecimiento de las relaciones usuario-productor son esenciales para mejorar la competitividad en el comercio internacional.
- La *capacidad tecnológica*[59] se define como la habilidad que exhibe un país para seleccionar, generar, adquirir e implementar tecnologías que facilitan la realización de los objetivos del desarrollo. La generación de *capacidades* individuales para la acción colectiva[60] se relaciona con la inversión física, la formación de capital humano y el desarrollo tecnológico. Ello se produce en un contexto sectorial que muestra una elevada heterogeneidad tecnológica y en el que no es sencillo transferir los desarrollos. Las capacidades (conocimientos y habilidades)[61] desarrolladas a través de acciones de realimentación y de evaluaciones dependen críticamente del sistema

---

[55] NELSON, Richard, *Institutions supporting technical change in the United States,* en DOSI et al., *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers, 1988.

[56] LUNDVALL, Bengt Ake, *Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation,* en DOSI et al., *Technological change and economic theory*, Pinter Publishers, 1988.

[57] SCHERER, Frederic M., *Innovation and growth: schumpeterian perspectives*, The MIT Press, 1989.

[58] FAGERBERG, Jan, *User-producer interaction, learning and comparative advantages*, Cambridge Journal of Economics, Vol. 19, 1995.

[59] ILO, *Report of the working group on building endogenous capacities in science and technology,* ACC Task force in science and technology for development, Ginebra, 1986.

[60] LALL, Sanjaya, *Technological capabilities and industrialization*, World Development, Vol. 20, N°2, 1992.

[61] CHANDLER, Alfred D., *Organizational capabilities and the economic history of the industrial enterprise,* Journal of Economic Perspectives, Vol. 6, N°3, 1992.

organizacional en el que se desarrollan. Son especificas para cada empresa y para cada rama industrial.

La evolución de las capacidades en una nación demanda *incentivos* que, además de las favorables condiciones macroeconómicas, permitan contar con un eficiente mercado financiero y de capitales que facilite el ahorro y el crédito para la evolución de las actividades. En este sentido la política tecnológica e industrial facilita el desarrollo de actividades que se eslabonan, promueve la asociatividad con las empresas pequeñas y medianas, acrecienta la vinculación con los centros de investigación y desarrollo, etc. La demanda de capacidades a su vez se concreta si el país dispone de un marco institucional adecuado. Ello depende crucialmente del fortalecimiento del sistema nacional de innovación. Los estudios de campo realizados en Latinoamérica sobre las capacidades tecnológicas, en particular sus evoluciones y limitaciones en el ámbito sectorial y de complejos, ponen de relieve las barreras económicas, sociales, educativas y culturales que enfrentan. En consecuencia cobran relevancia las estrategias de desarrollo endógeno de las capacidades tecnológicas[62].

* La formación de *complejos* de ciencia y tecnología y de *industrias* de tecnología avanzada y la localización material de parques científico-tecnológicos que sistematizan la *vinculación* universidad-centros de investigación-actividades productivas, conforman la estrategia más relevante para el fortalecimiento del sistema nacional de innovación. Las concentraciones regionales de estas actividades tal como lo demuestran, entre un millar, el Silicon Valley, la ruta 128, el Research Triangle Park en USA, Sophia-Antipolis, Montpellier, Toulouse en Francia y similares en Reino Unido, Italia, Japón, etc., contribuyen en buena medida a la evolución espacial de los complejos agroindustriales e industriales, los que realimentan con sus demandas las innovaciones materiales y sociales.

1.14. PARQUES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS

Un antecedente institucional de los parques científico-tecnológicos son los parques industriales. Éstos se asocian a actividades que fueron las más dinámicas en el contexto de la segunda revolución industrial: agroindustrial, celulosa, química-petroquímica, siderurgia, metalmecánica. Se trata de *instituciones* que responden a múltiples propósitos: económico, urbano, ambiental, entre otros.

Los *Parques Industriales*[63] conforman espacios físicos, públicos o privados, que ofrecen ventajas de localización. Entre otros: de infraestructura, comunicaciones, suministro de energía, agua, gas, teléfono, red cloacal, etc. También los gobiernos, en particular los provinciales y municipales, ofrecen ventajas crediticias e impositivas. Con ello se propone promover el desarrollo de las industrias y de las pymes en áreas urbanas planificadas y, en menor medida, en áreas rurales.

---

[62] KATZ, J. et al., *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica Latinoamericana. El caso de la industria metalmecánica*, Buenos Aires, BID-CEPAL-CIID-PNVD, 1986.

[63] ONUDI, *La eficacia de los parques industriales en los países en desarrollo*, Naciones Unidas, 1979.

Los objetivos de descentralización económica, mayor productividad social y mejoras en el medio ambiente no siempre se han traducido en rendimientos de la inversión (infraestructura, fábricas, comercios, bancos, talleres, laboratorios, etc.) compatibles con el crecimiento de la producción y el empleo. En ciertos casos, el desarrollo de los parques ha sido un mero negocio de tierras, de ventajas impositivas, etc., que no contribuyeron a modificar el perfil industrial. Incluso en las deslocalizaciones de industrias destinadas a favorecer la calidad ambiental y urbana de una ciudad no se ha cumplido este objetivo al ubicar en los terrenos desocupados otras industrias. Esto se agrava en los parques industriales privados en los que la principal atracción es comercial-inmobiliaria y no en términos del desarrollo industrial. También ha resultado negativa la instalación de parques en centros o regiones carentes de adecuada base industrial, y cuando la cooperación y las relaciones contractuales entre empresas han sido nulas o bajas.

En otros casos, los parques industriales han contribuido a mantener empresas en el mercado que de otra forma hubieran desaparecido, han reducido la congestión urbana, han incrementado y diversificado la producción y han mejorado la calificación de los recursos humanos. Los mayores éxitos ocurren en radicaciones de empresas que consolidan eslabonamientos. También ha sido importante la localización de industrias de tecnología avanzada. Con el transcurso del tiempo, éstas se complementan e integran en los llamados parques tecnológicos).

En los países subdesarrollados, el establecimiento de parques industriales estuvo y está asociado a paquetes fiscales y financieros de promoción industrial. Los niveles de protección acordados son objeto de fuertes cuestionamientos por quienes sostienen que la plena libertad de los mercados es esencial para promover el crecimiento económico. Avalan esta posición en el hecho de que los resultados en muchos casos constituyen fracasos o no han resultado satisfactorios. Esta interpretación unilateral, basada en ineficiencias del Estado, que reflejan en todo caso ineficiencias de la sociedad en su conjunto, no tiene en cuenta que las diversas teorías del crecimiento endógeno coinciden en aceptar la participación del Estado respecto de las políticas de infraestructura, de investigación y desarrollo y de formación del capital humano. Más aún, para las corrientes del pensamiento económico no ortodoxo, se amplia el campo de intervención del Estado, en particular en el desarrollo industrial. No se trata en este caso de rescatar el llamado Estado Empresario, sino de un Estado que induzca, vía información y recursos, el desarrollo pleno de complejos de actividad competitivos. Con relación a los fracasos cabe señalar que han incidido en ellos la deficiencias en la legislación que no ha tenido en cuenta las estrategias de desarrollo urbano-regional que demanda la constitución de un parque industrial.

Ello lleva a reiterar aspectos básicos para el desarrollo de parques industriales, en el contexto de una política de desarrollo industrial- regional. La localización de un área debe responder a consideraciones urbanas (descongestión, contaminación). Los costos directos (terrenos, infraestructura, edificios, talleres, laboratorios) y su financiamiento, así como los costos indirectos de planificación y gestión del parque, deben determinarse con precisión a fin de avanzar en los necesarios estudios de prefactibilidad y evaluación de la inversión. Las industrias destinadas a fortalecer la base económica deben calificarse por su contribución al desarrollo de líneas integradas de producción, y cuantificarse a los efectos de identificar los espacios que demanden. Estas industrias deben responder a los principios de

complementariedad, eslabonamientos, reducción de costos de transacción, etc. Asimismo se deberán tener en cuenta las relaciones laborales, sindicales, sociales y educativas.

La experiencia llevada a cabo en los parques industriales muestra la deficiente relación entre las contribuciones teóricas del desarrollo industrial y regional, y las políticas destinadas a promocionar los parques industriales. Los recursos teóricos estaban disponibles, pero la decisión política privilegió en la mayoría de los casos medidas urbanas, de descentralización y de promoción aisladas, ajenas en buena medida a lo que aconsejaban tales recursos teóricos. A esto se une el supuesto que nombres alternativos a los denominados parques industriales (zonas, áreas, sistemas, etc.), solucionan los problemas relacionados con el desarrollo urbano-regional. Cualquiera fuese el nombre que se utilice, lo que debe tenerse en claro es la factibilidad del proyecto en términos de estrategias de desarrollo, y el aprovechamiento de los conceptos relevantes para impulsar el desarrollo de los complejos de actividad.

Los parques industriales en funcionamiento y los que se construyan en el futuro deberán adaptarse a un conjunto de exigencias urbanas, de uso del suelo, ambientales, de administración y del desarrollo industrial-tecnológico-regional. En este trabajo se tratan aspectos administrativos y económicos.

La *administración* de los parques, a partir de la figura jurídica que adopten los mismos, deberá estar a cargo de un organismo permanente que se haga cargo de los negocios del parque industrial. La eficiencia de funcionamiento de estos emprendimientos, depende del desarrollo de capacidades organizacionales y tecnológicas compatibles con sus objetivos, y de la disposición de servicios básicos, del uso del suelo, de exigencias urbanas y ambientales[64]. Estas exigencias se complementan con las de naturaleza regional-local. Los parques pueden tener administración pública, privada o mixta. La complejidad de intereses privados y sociales demanda la compatibilización de los mismos. El punto de partida para tal compatibilización se ubica tanto en la eficacia de los mismos, para llevar a cabo sus actividades y en la capacidad de gestión, como en la eficacia para articular, promover y llevar a la práctica las políticas de desarrollo regional. Ello implica que el sistema público deba disponer, a través de sus agencias de desarrollo, de mecanismos de identificación de proyectos y de vinculación tecnológica. Conforme a la evolución de la base económica regional y de los complejos de actividad que la integran, surgirán prioridades para la localización de los parques industriales y de las industrias que ingresen a los mismos. A fin de preservar un desarrollo regional armónico, será responsabilidad del parque contar con una administración permanente y eficaz. Las funciones más relevantes son similares a las que se recomiendan en otro trabajo[65] para la empresa de gestión del Polo Tecnológico Constituyentes: información, planificación, comercialización, financiación, vinculación tecnológica y administración de los productos que genera el parque. Entre estos productos, se destacan:

- Información;

---

[64] MARQUINA RODRIGUEZ, Fidel, *Los parques industriales en México*, en El Mercado de Valores, Nacional Financiera, México, 1998.

[65] HERNÁNDEZ, Ruby Daniel, *Bases para un modelo de desarrollo industrial - tecnológico - regional. Parque Tecnológico Constituyentes*, Ediciones Macchi - Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM), 1998.

- Economías de aglomeración;
- Innovación;
- Vinculación tecnológica.

En el contexto de la institución Parque se deberán desarrollar nuevos tipos de aprendizaje, dado que convergen temas económicos, tecnológicos, sociales e institucionales, que definen la eficiencia del producto que genera y vende el parque industrial. En la medida que los conceptos económicos e institucionales se llevan a la práctica de los negocios, mayor es la eficacia de estos emprendimientos.

Los parques industriales deben facilitar un doble tipo de articulación: estrategias de desarrollo y alianzas estratégicas de las empresas.

Las estrategias de desarrollo, basadas en los modelos de Causación Circular y Acumulativa del Capital, se centran en los incrementos de productividad de la economía regional que facilitan exportaciones competitivas. La competitividad genuina se alcanza en plenitud sólo con políticas de desarrollo. En particular, las que se establecen a partir del desarrollo tecnológico. La difusión de tecnologías en todos los ámbitos del proceso fabril, facilita el acceso en calidad y precios a los mercados regionales e internacionales. La mayor eficiencia productiva incrementa el multiplicador de la producción y el empleo. Ello se acentúa si en la base económica regional, se incrementan los eslabonamientos productivos, se alcanzan rendimientos de escala estáticos y dinámicos (entre éstos de aprendizaje y de I&D), se maximiza la información disponible, se diferencian las actividades, se organizan eficientemente las estrategias exportadoras, se dispone de mayor financiamiento y se reducen los costos de transacción.

Las *alianzas estratégicas*, tratadas al describirse la noción de redes, debieran potenciar el desarrollo económico de los parques industriales.

La articulación de las estrategias descriptas conforma actividades que demandan modalidades organizacionales innovadoras dado que los productos que vende un parque industrial son, en buena medida, bienes intangibles. La eficaz administración de los parques industriales, debe asociar la *capacidad administrativa,* para ofrecer ventajas de localización en términos del menor costo de los insumos que suministra el parque, con la *capacidad de venta* de bienes intangibles. Ello implica generar un *sistema de información* y *mecanismos de vinculación tecnológica* que fortalezcan la competitividad de las empresas radicadas en el parque industrial. La competitividad se basa en la reducción de los dos tipos de costos. Uno, los *costos de funcionamiento*, vía ventajas de localización determinadas por el precio de los insumos. Dos, los *costos estructurales,* a través de la información, los eslabonamientos, los rendimientos crecientes en sentido amplio, los costos de transacción, las economías de localización, las alianzas estratégicas, los aspectos urbanísticos y ambientales, las exportaciones.

El fracaso en el desarrollo de los parques obedece, en buena medida, a focalizar la atención en el primer aspecto, la reducción de costos de funcionamiento. Otros factores de fracaso son, como se ha señalado, la localización de un parque como un simple negocio inmobiliario y la desatención respecto de los aspectos urbanísticos y ambientales. En consecuencia, debe motorizarse el segundo aspecto que implica desarrollar la capacidad de gestión destinada a reducir los *costos estructurales*. Ello favorecerá la competitividad interna y externa de la base económica regional.

Los *Parques Científico-Tecnológicos*, mencionado en el trabajo antes citado ha sido objeto de un amplio tratamiento. Surgen como resultado de los profundos cambios que desata la *actual revolución científico-tecnológica.* Los complejos de ciencia y tecnología (universidades, centros de investigación, etc.) se asocian con los complejos de industrias de tecnología avanzada para generar este tipo de parques. Las actividades vinculadas se organizan en forma creciente en áreas específicas que facilitan una mayor competitividad. En este sentido, la vinculación tecnológica y organizacional con los parques industriales es un objetivo esencial para el desarrollo de la base económica regional.

2. MODELOS

En el capítulo I se enfatizó la importancia de conceptos relevantes en la economía de la innovación para la elaboración de modelos de desarrollo. En este apartado se describen modelos tecnológicos centrados en variables que corresponden también al campo de la innovación.

2.1. MODELOS TECNOLÓGICOS

2.1.1. Modelos Basados en la Ecuación Logística

La ecuación estándar logística en diferencia es:

$$X_{(t-1)} = bX_{(t)} [K-X_{(t)}] \qquad (1)$$

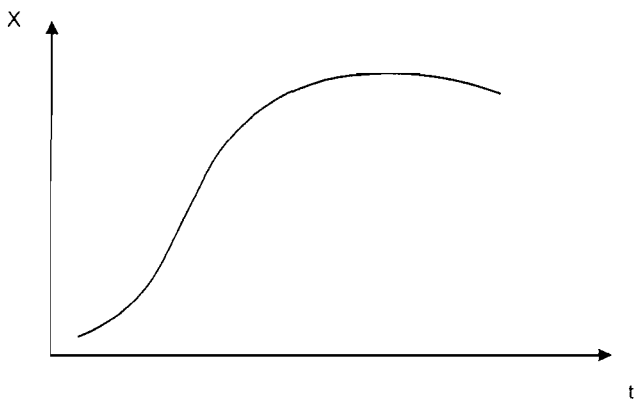
donde:

X = variable, indicador, estructura;

t = tiempo;

b = tasa de crecimiento del parámetro de ajuste. Sus variaciones cambian la dinámica cualitativa del sistema;

K = expansión máxima de la variable; restricción de capacidad



La *curva logística*, llamada también *curva de aprendizaje* es un modelo unidimensional con retroalimentación. La relación [K - $X_{(t)}$] produce la realimentación no lineal que frena el crecimiento de $bX_{(t)}$. Los cambios en *b*, en la medida que se elevan, producen bifurcaciones que determinan el tránsito de la variable, indicador, estructura, del equilibrio al caos. Estos cambios son irreversibles y marcan la evolución histórica del indicador, que refleja un contexto social, tecnológico e institucional cambiante. La presencia de nuevos bienes expande K y aumenta X. En consecuencia, la curva ajustada por *b* contiene una *fase inicial* de crecimiento exponencial, una *fase de transición* en la que el crecimiento alcanza su valor máximo y llega a un punto de inflexión, y una *fase de saturación* por efecto de restricciones y bloqueos. Esta última fase en que el sistema analizado se vuelve inestable, representa la discontinuidad estructural en los modelos no lineales.

La ecuación logística es utilizada en forma creciente en la representación de los procesos de innovación. Con ello se busca representar algunas facetas del cambio estructural.

La forma de representación de indicadores científicos-tecnológicos (inversión en investigación y desarrollo, personal ocupado, patentes y licencias como reflejo del conocimiento producido) se aproxima en su evolución a un crecimiento exponencial. Richards[66] señala en este sentido el trabajo pionero de *Derek de Solla Price* que en su libro *Little Science, Big Science*, publicado en 1963 recopila información sobre indicadores científicos-tecnológicos. Los resultados indican que la ciencia crece a interés compuesto con lo que se tiene un *crecimiento exponencial.* La evolución de indicadores como la publicación de revistas científicas se duplica cada 15 años, velocidad mayor que la evolución material de la sociedad medida en términos del producto bruto interno. Se estima que cada 15 años surgirán tantos científicos como los que hubo en todo el pasado precedente de crecimiento.

Estos resultados no especifican diferencias entre ramas científicas y entre naciones. Tampoco sobre la intensidad de las aplicaciones del conocimiento. La mayor cantidad de revistas es resultado de la creciente instalación de laboratorios, centros de investigación y de universidades. No se indaga sobre la redundancia de información, y el porcentaje de desarrollos específicos innovadores derivados de las investigaciones que se publican en revistas especializadas.

[66] RICHARDS, Stewart, *Filosofía y sociología de la ciencia*, Siglo XXI Editores, México, 1987.

El crecimiento exponencial se representa mediante la curva logística que en forma de **S** refleja distintos momentos en la evolución del crecimiento. Esta curva es usada tempranamente por ecologistas y biólogos para representar la evolución de poblaciones y de plantas.

Se describen a continuación los trabajos de un conjunto de economistas, seleccionado entre un número importante de quienes han utilizado el modelo logístico.

2.1.1.1. Griliches

Analiza[67] (1957) la difusión de la semilla híbrida de maíz en el territorio de USA. Trata de describir el proceso de innovación, de adopción y distribución de una invención en diferentes mercados.

La velocidad de expansión del maíz híbrido en diferentes estados y la reproducción de semillas que se desarrolla por separado en cada área plantea, por un lado, un problema de aceptación por parte de los productores agropecuarios, y por otro lado, el problema de determinar el rezago en la adopción de híbridos en áreas específicas.

El modelo que mejor se ajusta a la representación de estos problemas es la ecuación logística de Vershut:

$$P = \frac{K}{1 + e^{-(a + b.t)}} \qquad (1)$$

donde:

P = porcentaje plantado con semilla híbrida;

K = límite o valor de equilibrio;

t = variable tiempo;

b = tasa de crecimiento del parámetro de ajuste, tasa de aceptación;

a = constante de integración.

La oferta de la semilla híbrida crece exponencialmente y es limitada por la cantidad total de maíz plantado, que al actuar como factor de freno incide en la declinación de la curva. Las fluctuaciones de corto plazo de precios e ingresos no se tienen en cuenta.

La función de ajuste general es $dP/dt = F(P)$, siendo la curva logística la integral de la de la aproximación cuadrática de la función de ajuste. Se transforma la ecuación logística en una ecuación lineal en a y b, que permite

[67] GRILICHES, Zvi, *Hybrid corn: an exploration in the economic of technological change*, Econometrica, Vol. 25, N°4, October 1957, 501-522.

determinar dichos parámetros mediante mínimos cuadrados. Se obtienen estimaciones para 31 Estados y 132 cosechas reportadas por distritos dentro de tales Estados.

En la aceptación por los empresarios del maíz híbrido, la rentabilidad juega un rol central, en un contexto en que los limitados recursos públicos y privados se asignan eficientemente. Se constata que en áreas donde la rentabilidad fue baja, la velocidad de ajuste fue menor.

2.1.1.2. Mansfield

Analiza[68] en 1961 los factores que inciden en la rapidez de imitación de una nueva técnica al transferirse de una empresa a otra. Se estudian 12 innovaciones en 4 industrias.

Especifica un modelo determinista y otro estocástico para lo que utiliza una ecuación inicial:

$$\lambda_{(ij)} = m_{(ij)(t+1)} - \frac{m_{(ij)(t)}}{n_{(ij)} - m_{(ij)(t)}} \qquad (1)$$

donde:

$\lambda_{(ij)}$ = proporción de empresas que no incorporan innovación en el tiempo t y que sí lo hacen en el tiempo (t+1); j es innovación en industria i;

$m_{(ij)(t)}$ = número de empresas que introducen la innovación en el tiempo t;

$n_{(ij)}$ = número total de empresas.

La hipótesis básica es que la proporción de empresas que incorporan innovación en el tiempo (t+1) lo hace en función de la rentabilidad $\Pi_{(ij)}$, y de la inversión $S_{(ij)}$:

$$\lambda_{(ij)(t)} = f_{(i)} \left[m_{(ij)(t)} / n_{(ij)}, \Pi_{(ij)}, S_{(ij)}, \ldots \right] \qquad (2)$$

A través de una sucesión de operaciones se arriba a:

$$m_{(ij)(t)} = n_{(ij)} \left[1 + e^{-(l_{(ij)} - \psi_{(ij)(t)})} \right]^{-1} \qquad (3)$$

[68] MANSFIELD, Edwin, *Technical change and the rate of imitation*, Econometrica, Vol. 29, N°4, October 1961, 741-766.

donde:

$l_{(ij)}$ = constante de integración;

$\psi_{(ij)}$ = coeficiente de $m_{(ij)}/n_{(ij)}$;

El crecimiento de las empresas que innovan a lo largo del tiempo responde a la ecuación logística.

A fin de estimar los parámetros de la ecuación se linealiza la misma:

$$\ln \left[m_{(ij)(t)}/n_{(ij)} - m_{(ij)(t)}\right] = l_{(ij)} + \psi_{(ij)(t)} \qquad (4)$$

Se estiman los parámetros por mínimos cuadrados y aunque la muestra es restringida a pocas industrias e innovaciones, se constata que la tasa de imitación es importante en el proceso de innovación. La tasa de imitación es más rápida en las innovaciones que son más rentables y que requieren menos inversiones. También son importantes las diferencias interindustriales con relación a las industrias especificadas en el modelo.

2.1.1.3. Metcalfe

Señala[69] (1981) que el impulso, difusión adopción y rentabilidad de un material innovador se basa en una *curva logística de crecimiento de la demanda*:

$$g(t) = b\left[m(p) - y(t)\right]; \qquad y(0) = z \qquad (1)$$

donde:

g(t) = tasa de crecimiento proporcional de la demanda;

t = tiempo;

b = parámetro de velocidad de adopción;

m(p) = mercado de equilibrio de la demanda;

p = precio;

y(t) = tasa de demanda en t.

La curva de demanda de equilibrio de la innovación que ajusta al equilibrio determinado en (1), es:

[69] METCALFE, J. S., *Impulse and diffusion in the study of technical change*, en FREEMAN, Christopher (ed.), *Long waves in the world economy*, Chapter 8, Butterworths, London, 1983, 102-114.

$$m(p) = c - ap(t) \qquad (2)$$

Los coeficientes a y c dependen de los precios y calidades de los materiales competitivos. A menor precio por el nuevo material se amplía el equilibrio del mercado, siendo más rentable la adopción en un rango creciente de sectores económicos. En consecuencia el ajuste del sendero de crecimiento del material innovador depende de su precio que afecta la rentabilidad de adopción del mismo.

Metcalfe *integra* en su modelo el crecimiento de la capacidad productiva con la demanda del nuevo material. Se resalta el enfoque schumpeteriano sobre la transitoriedad de los beneficios derivados de las innovaciones, siendo el proceso de difusión central para la explicación del cambio técnico.

En este modelo se avanza en la *interacción* de la oferta y la demanda. El crecimiento de la demanda y del potencial productivo es esencial para explicar la relación difusión-inducción de las innovaciones.

Se prueba que el parámetro de difusión es mayor cuanto mayor es la rentabilidad de la innovación, siendo menor la inversión requerida para la adopción. Estos resultados se aceleran en las industrias de tecnología avanzada, basadas en la ciencia, la investigación y desarrollo y elevada calificación de los recursos humanos. También la concentración industrial favorece la intensidad de adopción en las áreas desarrolladas.

2.1.1.4. Silberberg, Dosi y Orsenigo

Continúan[70] (1988) la tradición de Griliches y Mansfield de representar la difusión de la innovación mediante el modelo logístico, donde el ajuste de largo plazo se realiza bajo el aprendizaje de los potenciales adoptantes. El aprendizaje por la práctica y por el uso son básicos para internalizar las externalidades que surgen de la innovación.

Los autores establecen supuestos de racionalidad limitada para los agentes económicos, de endogenización de las estructuras de mercado y de incertidumbre. La representación de los desequilibrios y la evolución que replique el proceso histórico, demanda un marco teórico básico para analizar el proceso de innovación.

El modelo de *auto-organización* sirve a los fines señalados. Los autores incorporan la evolución en un contexto en el que los modelos de difusión son equilibrados. Se asigna relevancia a las expectativas y diferencias entre los agentes económicos derivadas de la información imperfecta y el conocimiento tecnológico asimétrico. El modelo relaciona el comportamiento de los agentes económicos con el medio ambiente en el que operan.

El detallado modelo dinámico que se elabora se somete a experimentación matemática. No obstante la diversidad microeconómica y los desequilibrios, el proceso de difusión es estable, con estructura invariante. La

[70] SILBERBERG, Gerald; DOSI, Giovanni y ORSENIGO, Luigi; *Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model*, The Economic Journal, 98, December, 1988, 1032-1054.

curva logística que la representa es, en consecuencia, funcional al modelo de auto-organización.

2.1.1.5. Foster

Plantea[71] (1993) un mundo caracterizado por la auto-organización en sistemas disipativos con retroalimentación positiva y negativa. Representa el cambio estructural endógeno como proceso irreversible en el tiempo histórico, proceso que es de creciente complejidad.

2.1.1.6. Foster y Wild

A partir de la lógica de la auto-organización y basados en hechos estilizados, usarán[72] (1999) una ecuación logística de difusión que los conduce a la realización de tests econométricos. Señalan que los procesos de difusión de la innovación se representan adecuadamente en los modelos logísticos de crecimiento en términos del tiempo histórico. Además estos modelos captan correctamente el cambio auto-organizacional que ocurre en un proceso dominado por el tiempo irreversible, el cambio estructural y la incertidumbre en el sistema.

La teoría se centra en la auto-organización en los sistemas disipativos. Se capta así el carácter acumulativo de procesos que surgen de sistemas cada vez más complejos, con creciente incertidumbre y discontinuidad en sus estructuras debido a shocks externos. Acá a diferencia de la biología, el conocimiento se adquiere y se acrecienta mediante el aprendizaje.

Se utiliza a escala operativa la ecuación logística aumentada:

$$\partial X/\partial t = bX\,[1 - X/K] \qquad (1)$$

donde:

X = medida de estructura que evoluciona continuamente en el tiempo;

b = parámetro de difusión;

K = límite de capacidad ambiental.

---

[71] FOSTER, John, *Economic and self-organization approach: Alfred Marshall revisited?,* The Economic Journal, Vol. 103, 1993, 975-991.

[72] FOSTER, John y WILD, Phillip, *Econometric modeling in the presence of evolutionary change,* Cambridge Journal of Economics, 23, 1999, 749-770.

La fase crítica de la ecuación se relaciona con las inestabilidades estructurales emergentes y con la incertidumbre. En consecuencia importa el estado de situación de corto plazo del sistema.

La auto-organización como proceso no es autónomo, es sendero dependiente. En consecuencia las propiedades asintóticas del crecimiento son una simplificación analítica. La no-autonomía temporal del sistema implica que las soluciones se relacionan con lo que ocurre en el proceso en el tiempo histórico. En consecuencia, la ecuación logística es una hipótesis endógena del proceso histórico.

A fin de tomar en cuenta las regulaciones, interacciones del tipo del modelo depredador-presa, los conflictos y discontinuidades que surgen de la creación destructiva de Schumpeter, se usa la ecuación logística donde el parámetro b y K son funciones de otras variables a las que se les incorporan factores exógenos relevantes. X/K es una medida de saturación.

El análisis se restringe a las fases del desarrollo auto-organizacional previas a la ocurrencia de la discontinuidad estructural.

La realización de los tests econométricos utiliza la variante de Mansfield:

$$X_{(t)} - X_{(t-1)} = X_{(t-1)}\, b\, [1 - X_{(t-1)}/K] + \mu_{(t)} \qquad (2)$$

X = indicador de energía, conocimientos, dinero, etc.;

t = variable tiempo;

$\mu_{(t)}$ = variable estocástica.

El modelo econométrico tiene dos componentes: determinístico y aleatorio. El modelo captura el primero, en tanto el segundo está contenido en los residuos. Se utiliza el modelo econométrico para analizar un segmento del sistema monetario australiano que ha sido sometido a regulaciones.

Estos modelos, en particular los dos últimos incorporan el tratamiento del desequilibrio estructural inicial, pero no el cambio estructural en sí. Esta limitación también se observa en un trabajo de Rosser[73] quién utiliza la curva logística para el análisis de las leyes de la dialéctica, entre ellas la relación cantidad-calidad. Rosser establece que los modelos no lineales son insuficientes para representar transformaciones que implican nuevas calidades en el sistema.

[73] ROSSER, John Barclay Jr., *Aspects of dialectics and non linear dynamics*, Cambridge Journal of Economics, 24, 2000, 311-324.

2.1.2. Modelos Secuenciales

Un problema central a resolver es la incorporación del cambio estructural que desatan las innovaciones en modelos formalizados. La utilización de la ecuación logística aumentada, como se ha descripto, permite detectar el inicio de la discontinuidad estructural, pero no el cambio estructural en sí.

Améndola[74] adopta un enfoque diferente, al proponer el modelo secuencial y una concepción evolucionista en el análisis de la innovación. Este trabajo se amplía en otro realizado en colaboración[75].

En ambos trabajos los modelos convencionales son cuestionados dado que sólo incorporan el *ajuste cuantitativo* en el tratamiento de las innovaciones. Se alteran los coeficientes técnicos hacia la baja y nada se dice sobre la *transformación cualitativa* de la innovación. Es decir, se omiten los nuevos bienes, sectores y estructuras que resultan del proceso de innovación. Se remodela la estructura pero no se transforma la capacidad productiva sectorial. El rasgo esencial del proceso de innovación, la generación de una estructura productiva diferente, no se explicita. Las relaciones circulares mostradas por los modelos convencionales, útiles para comprender la estructura productiva, obstaculizan el análisis del cambio estructural, al no permitir el análisis de creación de una nueva tecnología. No obstante, cabe señalar que las relaciones circulares de producción al endogenizar la variable tecnología, no sólo permiten tratar los cambios cuantitativos, sino también los cualitativos. El problema es la formalización sectorial y de demanda de los cambios cualitativos. Los autores señalan que tampoco se trata a pleno el desajuste de oferta y demanda. Es necesario, entonces, conocer la dinámica del proceso de innovación que altera la capacidad productiva de la economía y no sólo sus resultados.

El proceso de innovación se define como uno de investigación y aprendizaje, del que surgen nuevos conocimientos y habilidades que cambian el ambiente. La tecnología es precisamente el ambiente que se define en términos de los recursos humanos con capacidad para abordar los diversos problemas a cuya solución conducen. En consecuencia el proceso de innovación es un proceso de creación de tecnología. Ésta es el resultado del proceso de innovación. Este enfoque unilateral de demanda se contradice con el enfoque de realimentación de la secuencia ciencia – tecnología – innovación – desarrollo productivo.

El *modelo secuencial* que se expone descriptivamente es tomado en sus lineamientos básicos de Hicks[76], al que los autores critican por reducir el modelo a cambios cuantitativos. Hicks denomina a su enfoque neo-austriaco, dado que la idea central del modelo secuencial se origina en los trabajos de los economistas de la corriente austriaca, entre ellos Böhm-Bawerk, Wicksell, Hayek, sobre la teoría del capital. Hicks expande el enfoque secuencial al tratamiento de la separabilidad de los procesos elementales y de allí su denominación.

---

[74] AMÉNDOLA, Mario, *Productive transformations and economic theory*, Quarterly Review, Banca Nazionale del Lavoro, 1984, 352-366.

[75] AMÉNDOLA, Mario y GAFFARD, Jean L., *Technology as an environment: A suggested interpretation*, Économie Appliqué, Vol. XXXIX, N°3, 1986, 473-492.

[76] HICKS, John, *Capital and time*, Clarendon Press, Oxford, 1973.

El modelo secuencial incorpora el tiempo real que se articula en secuencias; esto permite representar los cambios reales y la irreversibilidad temporal resultante de las diferentes fases del proceso de innovación. Se utiliza la noción de *período simple* en el que ocurren los cambios. Estos cambios se producen en sucesivos intervalos de tiempo.

Un concepto relevante que se incorpora en el análisis es el de *travesía* (traverse) que alude a la descripción de los sucesos de un estado tecnológico de la economía a otro. La transición de un estado a otro debe mostrar los colapsos, alteraciones, y aportar soluciones para operar en el nuevo estado. El proceso productivo se desarrolla en dos fases: 1) de construcción, 2) de utilización de la nueva capacidad productiva de la economía. Otro rasgo relevante es la integración vertical plena del proceso productivo de la economía.

Los insumos no se utilizan en forma horizontal como en los modelos convencionales. En éstos, la capacidad productiva se ajusta a la nueva técnica y se usan los mismos insumos, los que sólo se alteran cuantitativamente, mediante la reducción de los coeficientes técnicos. En el modelo secuencial los insumos son específicos y ello permite evaluar la cantidad/calidad implicada en la innovación en la que además, las habilidades y el conocimiento juegan un rol central. Un insumo que se incorpora es el comportamiento de los consumidores que influye en la elaboración de nuevos bienes, incluso en la investigación de problemas productivos básicos.

Los bienes de capital, como los definen los economistas de la corriente austríaca y Schumpeter reciben un tratamiento diferente. Como bienes físicos son heterogéneos y por lo tanto insumos del proceso productivo. La noción de capital se reserva para los fondos financieros, homogéneos en su composición. Acá lo que importa más que la máquina utilizada, es el proceso de creación de la misma. La especificidad de los bienes físicos y la especialización en ellos implicada, individualiza procesos productivos particulares con su correspondiente técnica. La ventaja del análisis secuencial sobre los modelos convencionales es que lleva a cabo una especificación de las características de las viejas y nuevas máquinas.

Los recursos humanos, su disposición y cambios son esenciales en el proceso de innovación. Más que adaptarse a un trabajo, se especializan. En consecuencia, las habilidades y capacidades de los individuos deben hallarse en la proporción adecuada. Caso contrario conforma restricciones en el proceso productivo. En este contexto, el aprendizaje es crucial para alcanzar nuevas habilidades y capacidades. Es la columna vertebral del proceso de innovación.

El desarrollo del proceso *productivo* y *tecnológico* debe compatibilizarse con el proceso *decisional*. Este implica una secuencia de *elecciones* en un ambiente cambiante, pleno de *incertidumbre*. Acá la información es resultado del proceso mismo. El criterio de elección está dominado por la *flexibilidad* de los procesos económicos. La flexibilidad de la producción y de la demanda se impone por las respuestas rápidas que la producción debe dar a las cambiantes estrategias del mercado. Se impone, en este contexto, compatibilizar la *complementariedad intertemporal* de los procesos productivos, tecnológicos y el decisional. Los planes productivos y las decisiones deben corregirse como reflejo de las expectativas que se forman. Entre lo vigente y lo nuevo que surge pero que todavía no es pleno y debe aprenderse. El proceso decisional debe corregirse, alimentado con la información adicional que se

genera en cada secuencia. Si eso no ocurre, se mina la confianza en el sistema y éste se desequilibra.

El soporte que flexibiliza el proceso productivo y decisional es la disposición de *activos financieros*. La liquidez de estos activos flexibiliza las decisiones para enfrentar las nuevas oportunidades, las que dependen de los costos de transacción. Estos costos son menores en una economía monetaria que dispone de las adecuadas instituciones financieras. Acá los costos financieros son menores que los costos de transacción sobre activos reales. La pérdida de confianza sobre el funcionamiento de la economía aumenta la preferencia por la liquidez. Esto desequilibra la oferta y demanda sobre bienes finales, lo que no se resuelve con ajustes cuantitativos. Se requieren elecciones innovadoras sobre cuánto y cómo invertir en el desarrollo de la base económica.

2.1.2.1. Améndola y Gaffard

Formalizan el modelo secuencial en otro trabajo[77]. En el mismo describen las fases de *construcción* y *utilización* en un proceso elemental que luego generalizan para los insumos y bienes finales. La economía funciona con dos clases de agentes: consumidores y empresas, agentes que se supone no tienen un comportamiento optimizador.

El *inicio* de nuevos procesos de innovación afecta la edad estructural de la economía e intensifica el proceso de descarte de máquinas que se vuelven obsoletas.

Dos son las *variables de control:* los *recursos financieros* que determinan y restringen el fondo salarial, y el *consumo empresarial* basado en los beneficios. Ellas se ajustan a fin de canalizar los mayores recursos a la producción requerida por las innovaciones.

Los *precios* y *salarios* son fijos en cada período y cambian al empalmarse un periodo con el otro. Los *mecanismos de ajuste* de precios y salarios se especifican.

La tasa de cambio de los salarios es:

$$g_{(w)(t)} = \nu \ \psi_{(t-1)} \qquad (1)$$

donde:

$g_{(w)}$ = tasa de cambio de los salarios;

t = tiempo;

ν = coeficiente de reacción;

ψ = exceso de demanda laboral.

[77] AMÉNDOLA, Mario, y GAFFARD, Jean Luc, *Innovation and growth: the relationships between short-term and long-term in the processes of economic changes*, en CORICELLI, Fabricio, DI MATEO, Massimo, HAHN, Frank (eds.), *New theories in growth and development*, St. Martin Press, Inc., 1998, 50-62.

El exceso de demanda laboral es:

$$\psi_{(t)} = \left[1_{(d)(t)} - 1_{(s)(t)}\right] \qquad (2)$$

donde:

$1_{(d)}$ = demanda laboral;

$1_{(s)}$ = oferta laboral.

La tasa de cambio de los precios es:

$$g_{(pj)(t)} = \xi_{(j)}\, \theta_{(t-1)} \qquad (3)$$

donde:

$g_{(pj)}$ = tasa de cambio de los precios de los bienes j;

t = tiempo;

$\xi_{(j)}$ = coeficiente de reacción del bien j;

$\theta_{(j)(t)}$ = exceso de demanda del bien j.

El exceso de demanda del bien j es:

$$\theta_{(j)(t)} = (D_{(j)(t)} - S_{(j)(t)}) \qquad (4)$$

donde:

$D_{(j)(t)}$ = demanda del bien j;

$S_{(j)}$ = oferta del bien j.

El *sendero de evolución desequilibrado* de la economía se produce por el impacto cualitativo de las innovaciones.

El *ajuste* del sistema opera a través de las variables de control: recursos financieros y consumo basado en los beneficios, conjuntamente con el mecanismo de ajuste de precios y salarios.

El modelo se *simula* para los diferentes valores de los *coeficientes de reacción* de precios y salarios a fin de conocer las fluctuaciones de la economía, la tasa salarial, la tasa de desempleo, la tasa de inflación. Las fluctuaciones tienen un techo dado por el incremento de los coeficientes de reacción. Más allá del techo, la economía no es viable.

Las simulaciones resaltan la importancia de los cambios cualitativos impulsado por las innovaciones y el rol de la *complementariedad* y de los mecanismos de *coordinación* que no son tenidos en cuenta en los modelos de

equilibrio, y que son esenciales para reducir los desbalances que afectan a la producción y al mercado de bienes.

2.1.3. Modelos de Alcance

En este apartado se expone un modelo no lineal[78] del tipo *causación circular* y *acumulativa del capital* en el que se incorpora el modelo de *alcance*-catch-up (los seguidores rápidos alcanzan a los líderes) del historiador neoclásico Abramovitz[79].

La *difusión* de las innovaciones en la teoría del alcance es esencial para promover la convergencia entre los países líderes y los países atrasados. En este contexto operan fuerzas a favor y en contra de la convergencia. Asimismo el *derrame* del progreso técnico en el ámbito internacional depende de factores internos que son diferentes en cada nación.

2.1.3.1. Abramovitz

Como todos los historiadores neoclásicos, si bien mantiene los supuestos básicos de la ortodoxia, se diferencia con la incorporación de supuestos heterodoxos. La tecnología no es la misma. En el espacio internacional las funciones de producción difieren. También difieren los factores del crecimiento.

El modelo de *alcance* reserva el proceso de innovación para los países líderes, en tanto que los países seguidores se limitan al proceso de imitación y adaptación de los resultados tecnológicos. Éstos no pagan los costos de la investigación.

Bajo estos supuestos la tasa de crecimiento de la transferencia de tecnología de líderes a seguidores es la fuerza fundamental para el crecimiento de los países atrasados. Este enfoque requiere la liberalización comercial para asegurar la convergencia entre líderes y seguidores. También se asigna importancia a los factores institucionales (capacidad social y desarrollo de la infraestructura). Se reconoce que existen factores que limitan la difusión del conocimiento, el cambio estructural, la acumulación del capital y la expansión de la demanda.

La ecuación del *modelo de alcance* que plantea Verspagen[80] parte de la definición:

$$G = \ln (y_l/y_t) \qquad (1)$$

---

[78] TARGETTI, Fernando y FOTI, Alessandro, *Growth and productivity: a model of accumulation growth and catching-up*, Cambridge Journal of Economics, 21, 1997, 27-43.

[79] ABRAMOVITZ, M., *Catching up, forging ahead and falling behind*, Journal of Economic History, June, 1986.

[80] VERSPAGEN, B., *A new empirical approach to catching up or falling behind*, Structural Change and Economic Dynamics, Vol. 2, Nº2, 1991, 359-380.

donde:

G = *brecha* tecnológica: razón de productividad líder/seguidores;

y_l = productividad del país líder;

y_t = productividad del país seguidor.

En base a una ecuación sobre la tasa de crecimiento de la brecha y a una función no lineal de los efectos de derrame, se arriba a la ley de movimiento de la brecha tecnológica:

$$dG/dt = c - aG^{e-G/\theta} \qquad (2)$$

donde:

dG/dt = tasa de crecimiento de la *brecha* tecnológica;

t = tiempo;

c = ventaja diferencial del líder-innovación autónoma;

$aG^{e-G/\theta}$ = efecto del *derrame;*

$e^{-G/\theta}$ = capacidad de *aprendizaje*;

a = parámetro de proporcionalidad de la brecha tecnológica en relación con el efecto derrame;

θ = parámetro de política que determina el grado en que el seguidor adopta innovaciones del líder.

Este modelo si bien incorpora supuestos heterodoxos y variables de política, no aceptadas por la ortodoxia, impone una restricción fuerte al suponer que los líderes son los que innovan y los seguidores sólo imitan y adaptan tales innovaciones.

2.1.3.2. Targetti y Foti

Demuestran que el *modelo de alcance* es un caso especial del modelo de Solow. Si la tecnología es un bien libre, el parámetro c=0. La *innovación autónoma* es igual para todos los países en tanto que θ tiende a infinito, dado que el *efecto derrame* no demanda esfuerzos de imitación y adopción.

Estos autores integran, la ecuación del modelo de alcance al modelo kaldoriano con tecnología endógena. Acá importa la demanda en términos de su componente autónomo, el supermultiplicador de Hicks-Harrod, la relación de productividad laboral entre líderes y seguidores en la ecuación de Verdoorn y el volumen de las exportaciones.

La ecuación central de este modelo de 3 ecuaciones es la *ecuación de convergencia condicional* en la que se anexa a la ley de Verdoorn, la brecha tecnológica del modelo de alcance.

En tasa de crecimiento para las variables se tiene:

$$pr = \gamma + \delta q + \eta \ln \text{brecha} + \theta\, I/Q \qquad (1)$$

donde:

pr	=	productividad laboral;
δ	=	coeficiente de la ecuación de Verdoorn;
q	=	producto bruto: variable aproximada de demanda;
η	=	coeficiente de la brecha tecnológica;
brecha	=	razón de productividad líder / seguidores;
θ	=	coeficiente de la relación inversión / producto bruto;
I/Q	=	razón inversión / producto bruto.

El modelo econométrico que se deriva es testado para el periodo de posguerra (1950-1988) con relación al líder USA/países de la OECD, USA/países latinoamericanos y el líder Japón/países asiáticos de crecimiento rápido.

Los resultados econométricos son relevantes con relación a los coeficientes críticos: de Kaldor/Verdoorn (δ) y de alcance, medido por la brecha tecnológica (η).

En los casos primero y tercero los resultados son robustos. No ocurre lo mismo con el segundo caso. En los países latinoamericanos la difusión del progreso técnico es débil. Son los países en que hay mayor retraso en la convergencia. Los seguidores no alcanzan al líder porque las barreras tecnológicas son elevadas y el líder mantiene el control de la investigación básica y aplicada y el desarrollo tecnológico que le permiten incrementar los beneficios.

El modelo de causación circular y acumulativa del capital explicita las relaciones centro-periferia que conducen a desequilibrios crónicos, excepto si las políticas económicas se aplican para corregir el crecimiento divergente. En consecuencia su relación con el modelo del alcance, no obstante las limitaciones de éste, arroja resultados que revelan la multiplicidad de factores que inciden en el desarrollo desigual de la economía mundial. De allí la importancia de la endogeinización de la base económica local-regional.

2.2. MODELOS DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

El análisis del *futuro* es una actividad compleja, siendo la incertidumbre un rasgo esencial del mismo. El otro rasgo relevante es la posibilidad de

contribuir a moldear el futuro, a través de los estudios de prospectiva que aportan información básica para la toma de decisiones. Los cambios estructurales, vía progreso técnico, que se desatan en el proceso productivo y los cambios en el comportamiento de los consumidores, que reestructuran la demanda en un proceso de realimentación oferta-demanda, discontinúan las tendencias sobre la evolución futura de la economía y la sociedad. En consecuencia, el análisis prospectivo es una actividad estratégica que facilita la captura de tales cambios.

Una base firme para la realización de estas tareas es el empalme de los modelos de crecimiento y desarrollo que atiendan al muy largo plazo, el largo plazo y el corto plazo, tal como se ha planteado en el Capítulo I.

La credibilidad de los análisis de prospectiva se ve afectado por dos tipos de críticas:

Una de las críticas se relaciona con el tratamiento de los cambios estructurales. Los modelos multisectoriales en particular, sólo ajustan el cambio cuantitativo, e incorporan parcialmente los cambios cualitativos.

La otra crítica, relacionada con la primera, es la falta de reconocimiento sobre la estabilidad relativa del sendero de crecimiento. En este caso, la confiabilidad de los pronósticos es elevada, si el sistema, en un determinado período de tiempo, registra únicamente perturbaciones menores. Eso ocurrió con los pronósticos de corto, mediano y largo plazo del período 1950-1970. El crecimiento estable del sendero facilita los análisis, los que pierden credibilidad si no indagan sobre el impacto creciente de los cambios estructurales que se hacen intensos con el transcurso del tiempo. Más aún, si los modelos dejan de lado el principio de *coevolución* de las variables relevantes: económicas, sociales, tecnológicas, institucionales y culturales, la capacidad de predicción se reduce.

En consecuencia, el trabajo de predicción debe ser *multidimensional.* Ello está determinado, además, por la complejidad del cambio estructural que aporta nuevos bienes, procesos, sectores, estructura productiva, y cambios en las categorías que integran la demanda. Entonces, se requieren instrumentos de análisis diferentes a fin de captar los aspectos objetivos y subjetivos del funcionamiento del sistema. Estos instrumentos han de facilitar las transformaciones que afectan el sistema de valores preexistentes, y en consecuencia, influyen sobre el pensamiento, las instituciones y el poder político y social.

Los países desarrollados, especialmente USA, los países de la Comunidad Europea y Japón, desde hace 40 años comienzan en forma sistemática los estudios sobre prospectiva tecnológica, a fin de profundizar el conocimiento sobre la tecnología, factor clave del desarrollo económico. La actividad de prospectiva es esencial para la planificación de actividades del sector público y privado, y en particular para el sistema de innovación nacional, regional, local.

El reconocimiento del futuro y las previsiones que las sociedades deben adoptar para aprehender el mismo, obliga a recurrir a diversos modelos y técnicas. La incompletitud de tales modelos y técnicas conduce a la compatibilización de sus resultados parciales e inciertos. La integración de los aspectos objetivos y subjetivos de tales estudios proporciona una mejor información sobre la evolución probable de la sociedad.

En consecuencia, son tan importantes los *modelos de predicción* (forescasting models) basados en las tendencias objetivas que exhibe el sistema social, como los *modelos de previsión* (foresight models) que auscultan lo que los entrevistados subjetivamente piensan sobre el futuro. Los primeros tienen la ventaja de representar tendencias de carácter macroeconómica y social, siendo su mayor déficit el tratamiento eficaz de los probables cambios estructurales en el sistema; los segundos captan con más precisión los aspectos sectoriales, no así los macroeconómicos y sociales.

A partir de la década del 90 se amplían los estudios de *previsión* a los países latinoamericanos y del Caribe, vía ONUDI (Organización de Naciones Unidas para el de Desarrollo Industrial).

En 1999 se realiza un encuentro sobre *previsión tecnológica*, iniciativa conjunta de ONUDI-ICS (International Centre for Science and High Technology) localizado este último en Trieste, Italia. Como señala el ente patrocinante, en diversos documentos[81], se trata de generar para países Latinoamericanos y del Caribe, un *nuevo* bien público: el conocimiento resultante de los cambios estructurales que desatan las innovaciones.

La calidad de las previsiones tecnológicas mejorará el funcionamiento industrial, de la demanda personalizada, diferenciada y la calidad y cantidad de capacidad polivalente de los trabajadores. En este contexto, la falta de mercado frena el desarrollo de las innovaciones. En consecuencia importa reconocer la evolución futura de las tecnologías más avanzadas y de los conocimientos básicos sobre los que se sostienen, la capacidad industrial, y la velocidad de desarrollo de nuevos mercados y de adaptación de los existentes. Acá es relevante el *proceso interactivo* entre la oferta de conocimientos y la demanda de los mismos. La creación de nuevos recursos y sectores de actividad es difícil de precisar hacia futuro. Ello demanda un fuerte consenso social. También se identificarán las barreras económicas, sociales, institucionales y ambientales, con lo que se favorecerá el uso de la mejor técnica, apoyada en mejor infraestructura material y educativa, y mayores recursos financieros.

Los *métodos* de prospectiva, como se ha señalado son cualitativos, cuantitativos y combinación de ambos a fin de determinar *escenarios* futuros.

2.2.1. Métodos Cualitativos

Se intenta obtener *información subjetiva* de los agentes económicos sobre la evolución de la economía[82].

✱ El *método Delphi* se basa en *encuestas* a científicos, tecnólogos, expertos, empresarios y funcionarios públicos involucrados en el sector que se estudia. Se centra en las *expectativas* de los expertos sobre el futuro científico-tecnológico, económico y social. Su utilización a nivel nacional-regional facilita

[81] Latin American newsletters, in Internet: www.latinnews.com, 2000.
[82] OECD, *Technology Foresight and Sustainable Development*, en Internet: www.oecd.org, 1998.

la identificación de prioridades científico-tecnológicas. No se centra en predicciones, sino en los aspectos procesales de la innovación en un horizonte de 30 años.

Se seleccionan área tecnológicas y se confecciona un *cuestionario* que contienen preguntas sobre variables científicas, tecnológicas, económicas y sociales para que respondan los miembros del panel de cada área. Ellos deben identificar el grado de experiencia que tienen sobre el tema. Importa conocer las posiciones de liderazgo de los países más avanzados, su evolución futura, los resultados que se alcancen en investigación y desarrollo, know-how, recursos humanos, capacitación, cooperación e infraestructura.

Sobre la base de las respuestas alcanzadas en los cuestionarios se construyen *matrices de oportunidad* en la que se estable un rango de oportunidades y necesidades. Se muestran las principales demandas y los potenciales nuevos mercados, en particular, los de exportación.

Asimismo la cantidad de innovaciones que se esperan muestran una visión multidimensional sobre los cambios esperados. A fin de tener un panorama completo de los sectores encuestados, es importante tomarlos en conjuntos coherentes, al modo de los estudios sobre *escenarios*, para alcanzar una mayor compatibilización de los resultados.

⇓ El *método de Panel de Expertos* consiste en *repetir la entrevista* a las mismas personas durante cierto tiempo. Se trata de una presentación secuencial de datos que aporta información sobre cambios en el tiempo. Se dinamiza así, la encuesta lo que fortalece la metodología de la misma.

Las respuestas que se derivan de estos métodos facilitan la *construcción de escenarios* y la determinación de prioridades sectoriales. Sirven además a la formulación del plan de ciencia y tecnología de la nación, provincia, región, municipio.

⇓ El método de *Escenarios* se basa en la opinión de los participantes sobre la evaluación del sistema en que operan. Los participantes exponen posiciones, históricamente enraizadas en el mundo real. Sobre esta base se elaboran parámetros claves: se tiene una mayor precisión sobre cómo el cambio estructural afecta a la sociedad. A través de los escenarios se capta subjetivamente las reacciones sociales ante el cambio científico-tecnológico y las innovaciones.

Los escenarios al construirse en forma *sistémica* facilitan la articulación y compatibilización de las ofertas y demandas futuras sobre ciencia y tecnología y la evolución de las variables económicas sociales. En el campo de la innovación es importante diferenciar las innovaciones incrementales de las radicales que conducen a diferentes estrategias sobre mejora de productos, procesos e infraestructura, reconversiones sectoriales y desarrollo de nuevos sectores. De acuerdo con las situaciones predominantes se tienen diferentes escenarios que pueden ser neutrales, pesimistas y optimistas.

A título de ejemplo cabe señalar el ejercicio que en 1994 se realizó en el Reino Unido[83] destinado a mejorar la competitividad de la economía y la

[83] WILLIAMS, Hugh, *Post foresight implementation in the United Kingdom*, en Internet www.oecd.org, *Technology foresight and sustainable development*, 1998, 95-103.

calidad de vida. Se formaron 16 paneles sectoriales (agro, industria, ...). En cada panel participaron científicos, tecnólogos, empresarios, organizaciones no gubernamentales, gobiernos locales. Ello generó una información sustancial para la toma de decisiones estratégicas en relación con el futuro de la sociedad.

2.2.2. Métodos Cuantitativos

Son de programación, de simulación y econométricos. Estos métodos aportan información *objetiva* al sistema de decisiones.

Nos centraremos en los econométricos, los que pueden ser unidimensionales o multiecuacionales.

No obstante las limitaciones señaladas para el tratamiento del cambio estructural, ellos pueden ser objeto de correcciones sucesivas a fin de mejorar las predicciones.

Las debilidades de las metodologías subjetivas y objetivas sugieren un uso combinado de ellas.

Esto es lo que se intenta en un trabajo[84] anterior donde se combina un modelo de insumo-producto para la República Argentina actualizado anualmente (con la finalidad de analizar los cambios tecnológicos, los efectos de la política económica, el uso de la capacidad instalada, los hábitos de consumo y los cambios en los precios) con un *modelo* econométrico, para el período 1983-1990.

Con carácter exploratorio se simulan resultados para el corto plazo, generados con la construcción de *escenarios alternativos*, en función de las expectativas oficiales y de los actores mesoecónomicos. Se utiliza a tal fin, información indirecta (opinión de empresarios en diarios, revistas, etc.) de los actores económicos. La utilización de los métodos cualitativos antes citados daría mayor precisión que la información indirecta obtenida.

Los resultados alternativos debieran extenderse a las determinaciones subjetivas de los trabajadores respecto del funcionamiento de la economía y compatibilizar las divergencias que surjan mediante un tipo de juego cooperativo, tal como se realiza en países escandinavos para tener una base de compatibilización de los intereses de la sociedad.

[84] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Desarrollo sustentable. Evaluación de la variable tecnología en los proyectos de inversión*, Ediciones Macchi - Grupo Banco de la Provincia de Buenos Aires, 1995, 139-176.

CAPÍTULO 5

LAS INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA (I)

1. DEFINICIÓN

Las *industrias de tecnología avanzada* comprenden actividades relacionadas con la biotecnología, productos químicos avanzados, tecnología de la información, materiales avanzados, actividad aeroespacial, actividad nuclear y solar, e instrumentos científicos, de medición y control. Estas industrias desatan profundos cambios en el funcionamiento del sistema capitalista, en el campo teórico de diversas disciplinas, en los procesos de clasificación de las actividades económicas, de medición de las mismas, y en el sistema económico real.

En relación con el *funcionamiento del sistema capitalista,* el origen de estas actividades, de directa vinculación con el complejo de ciencia y tecnología (universidades y laboratorios de investigación), se remonta a diferentes momentos de la mitad del siglo XX. Su consolidación, como portador de los aspectos más relevantes de un nuevo sistema técnico, se aprecia masivamente a partir de la década de 1970.

En el *campo teórico,* las industrias de tecnología avanzada toman de la ciencia y la tecnología recursos estratégicos del conocimiento, al tiempo que realimentan el desarrollo de las ciencias naturales, sociales, matemática, estadística, humanidades y filosofía.

La *clasificación* y *medición* de estas actividades demanda perfeccionamientos en los sistemas de clasificación y medición económica. En este terreno se aprecian dificultades, al estar vigentes sistemas de clasificación que muestran una creciente falta de correspondencia respecto de la evolución del sistema real.

El *sistema económico-social* actual registra perturbaciones y desequilibrios que se observan en la organización del sistema económico mundial, en el comercio internacional, en la agudización del crecimiento divergente de las naciones, en las nuevas modalidades organizacionales, y en el notable incremento de la desocupación y la marginación social.

En el campo de la *economía,* como disciplina científica, se registran fuertes impactos. Capítulos enteros de la economía deben responder a los nuevos interrogantes que generan las industrias de tecnología avanzada. Entre ellas, micro, meso y macroeconomía, historia económica, crecimiento y desarrollo, metodología, medición y clasificación de las actividades económicas.

La denominación de industrias de tecnología avanzada, en lugar de empresas de alta tecnología o empresas de base tecnológica, da una idea más precisa sobre un conjunto de actividades en la etapa actual del desarrollo capitalista. Su dinamismo impulsa la profunda transformación del sistema económico. En el futuro estas industrias dejarán de ser de avanzada y serán

reemplazadas por otro conjunto de actividades, tal como ha ocurrido históricamente en cada una de las revoluciones industriales y científico-tecnológicas.

Se define a las industrias de tecnología avanzada sobre la base de los rasgos cualitativos y cuantitativos que las caracterizan.

En términos *cualitativos,* a los rasgos conceptuales señalados anteriormente se agregan los conceptos descriptos en los capítulos III y IV. Entre otros, los rendimientos crecientes, la información y el conocimiento como materia prima básica de los procesos productivos, la innovación y el aprendizaje, las nuevas modalidades organizacionales, los mercados imperfectos y la demanda diferenciada.

El proceso productivo de las industrias de tecnología avanzada se desarrolla a partir de insumos básicos resultantes de la secuencia no lineal, con retroalimentación positiva:

... aprendizaje ↔ investigación básica ↔ investigación aplicada ↔ desarrollo tecnológico ↔ innovación ↔ actividades productivas ...

Se generan nuevos bienes y servicios de elevados efectos multiplicadores en términos de producción y empleo. El desarrollo de las empresas de tecnología avanzada conforma nuevas ramas industriales que intensifican las ligaduras interindustriales del sistema económico, al tiempo que reivindican el rol de la base económica regional y local en los procesos de desarrollo. El rol del aprendizaje que orienta la capacitación de sus recursos humanos es de tal importancia que a la actual etapa de desarrollo del sistema económico capitalista se la denomina, entre otras expresiones genéricas, *economía del aprendizaje.*

Estas industrias de industrias, al impulsar la creación de nuevas empresas que amplían la diversidad y calidad de los productos que entran al mercado, son agentes activos en los procesos de transferencia de tecnología, atraen a empresas de buen nivel tecnológico y realimentan el desarrollo de las capacidades de ser y de hacer. Valorizan el capital humano, favorecen la continuidad de las innovaciones y afianzan un clima cultural que rescata el rol de la ciencia y la tecnología. Difieren del resto de las actividades productivas en comportamiento, estilo y cultura. La convergencia del conjunto de industrias de tecnología avanzada y del conjunto de actividades tradicionales hacia un nuevo sistema técnico y organizacional, potencia aún más el desarrollo económico-social. Su organización orientada por objetivos, con menos jerarquías (facilitan la producción especializada y la comunicación directa con la dirección de la empresa), la generación de técnicas organizacionales, el aprovechamiento de las economías de red y la incertidumbre de sus mercados, alteran las estrategias de competitividad. Su rápido posicionamiento en los mercados con nuevos bienes privilegia los objetivos de innovación. El ciclo productivo registra profundos cambios. En consecuencia en el sentido schumpeteriano acelera el crecimiento sobre la base del desarrollo (cambio, transformación). En este sentido evolucionan adaptándose a la cambiante realidad; sus actividades son de alto riesgo. Es

por ello que no todas las empresas tienen éxito, muchas de ellas quiebran.

Las industrias de tecnología avanzada componen el núcleo más relevante del desarrollo industrial con elevada complementariedad e integración del sistema productivo regional. La exportación de los bienes que genera el complejo de industrias de tecnología avanzada califica en valor y competitividad la balanza comercial de un país dado, por el valor agregado que genera y las ganancias en los términos del intercambio. La elasticidad-ingreso de demanda de bienes de las industrias de tecnología avanzada en el mercado mundial está arriba de la media. Hacia el interior, el mercado interno se fortalece en la medida en que el complejo es un fuerte comprador de insumos del conocimiento, y provee a su vez insumos y bienes finales destinados a las actividades agroindustriales y dinámicas estándar.

La profundización de los procesos de aprendizaje, la difusión de las innovaciones, la consolidación de nuevas actividades e instituciones, exigen que las empresas tecnológicas instaladas en una región operen en concordancia con las estrategias de cambio que se proponen para el tejido productivo regional.

Los factores de *localización* tradicional son de limitada importancia para las industrias de tecnología avanzada. Ellas se localizan cada vez más en parques científico-tecnológicos a fin de aprovechar las ventajas de las economías de aglomeración, en particular las externalidades y descenso de los costos de transacción. Son relevantes las universidades y laboratorios que existan en el área, el capital de riesgo disponible, la infraestructura y base económica urbana diversificada, y la cultura empresarial. Asimismo *un nuevo tipo de empresas* surgen como resultado de trabajos de investigación que se llevan a cabo en los laboratorios universitarios y gubernamentales: las empresas *spin-offs* que desarrollan y comercializan en forma directa los resultados de investigaciones llevadas a cabo por unidades de investigación (unidad madre).

Las industrias de tecnología avanzada aportan a la formación de un nuevo sistema técnico, *propiedad emergente* del actual sistema económico, y refuerzan el rol de la *industrialización* como motor del desarrollo.

En términos *cuantitativos*, los indicadores más relevantes son:

- Tasa de Crecimiento Medio Anual de Bienes de Tecnología Avanzada;
- Investigación y Desarrollo/Ventas;
- Personal Calificado/Empleo;
- Salario Medio en Industrias de Tecnología Avanzada/Salario Medio Manufacturero.

El indicador *Tasa de Crecimiento Medio Anual de Bienes de Tecnología Avanzada* supera en todos los casos a la tasa de crecimiento media anual de las restantes actividades económicas.

El indicador *gastos en investigación y desarrollo/ventas* se ubica en un piso de 3,5%, siendo la razón investigación y desarrollo/producto interno

bruto de 8/9%[1].

El indicador *personal calificado* con relación al total de *empleo* se ubica en un piso de 5% (científicos-ingenieros), y de 8% (científicos, ingenieros y técnicos).

El indicador *Salario medio* en industrias de tecnología avanzada supera al *salario medio industrial total.* Así, por ejemplo, para USA en 1997[2] el salario medio de las industrias de tecnología avanzada superó en un 40% el salario medio industrial, siendo el salario de científicos e ingenieros el 100% del mismo.

Otros dos *indicadores* de difícil medición son:

- Capital intelectual;
- Inversión intangible.

El *capital intelectual* comprende los activos de mercado y de propiedad intelectual, entre otros los siguientes: marcas de servicio, marcas de producto, marcas corporativas, contratos de franquicia, contratos de licencia, patentes, copyright, software informático, know-how, marcas de fábrica. Además implica activos centrados en el individuo: formación, cualificación profesional, conocimientos asociados con el trabajo, competencias asociadas con el trabajo, investigación y desarrollo, capacitación, aprendizaje. A mayor capital intelectual, mayor es la actividad de innovación. Este capital intangible exhibe una tasa de retorno superior a la del capital tangible. En las empresas de tecnología avanzada el *capital intelectual* supera en promedio en más de un tercio el valor contable del stock de capital.

La *inversión intangible* comprende investigación y desarrollo, capacitación profesional, software, organización, comercialización, financiación, estrategias, originales técnicos y artísticos, patentes, fondos de comercio, franquicias, derechos de autor, marcas, know-how, licencias. En los países desarrollados la *inversión intangible* se ubica entre el 40/55% con relación al *total de la inversión* (inversión física + inversión intangible).

A continuación se muestra el nivel alcanzado por los indicadores utilizados para la determinación de las industrias de tecnología avanzada en el contexto de los países que integran la OECD[3]. La OECD clasifica las actividades económicas sobre la base de la *intensidad tecnológica* (avanzada, media-avanzada, media-baja, baja). A tal fin calcula los indicadores: gastos en I&D + tecnología incorporada a bienes intermedios y finales/producción; I&D/producción bruta; e I&D/valor agregado. Los resultados para el conjunto de actividades de tecnología avanzada fueron en 1990:

[1] GRUPP, Hariolf, *Science, high technology and the competitiveness of EU countries*, Cambridge Journal of Economics, Nº19, 1995, p. 211.

[2] HACKER, Daniel, *High-technology employment. A broader view*, Monthly Labor Review, June 1999, 18-28.

[3] OECD, *Science, technology and industry scoreboard 1999. Benchmarking knowledge-based economies*, OECD, 1999, p. 90.

	I&D + TECNOLOGÍA / PRODUCCIÓN	I&D / PB	I&D / VA
- Equipos de oficina y de computación	14,37	11,46	30,49
- Radio, TV, equipos de comunicaciones	9,40	8,03	18,65
- Drogas y medicinas	11,35	10,47	21,57
- Aeroespacial	17,30	14,98	36,25
- Instrumentos científicos	6,55	5,10	11,19
- Químicos avanzados	3,84	3,20	8,96

En el terreno *taxonómico*, la identificación de las empresas de tecnología avanzada es laboriosa debido a las deficiencias de clasificación sectorial del CIIU, rev. 3. La actual revolución científico-tecnológica y la evolución del sistema económico-social agudizan estas deficiencias.

La clasificación y medición eficiente de las actividades económicas demanda la actualización periódica de los nomencladores básicos. La clasificación de las actividades económicas bajo el nomenclador *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas* (CIIU) registra severos problemas de actualización. La revisión 3 ha sido elaborada por Naciones Unidas en la segunda mitad de la década del 80, y en la Argentina recién se comienza a utilizar hacia 1993. Este sistema de clasificación agrupa a actividades agregadas que conforman *relaciones de producción* específicas. Sus cambios obedecen a la aparición de nuevas actividades y productos determinados por los procesos de innovación tecnológica y organizacional. En este sentido la revisión 3 es ineficaz. No identifica, entre otros cambios, los que se producen en las denominadas *industrias de tecnología avanzada* y en los *servicios*. Se inducen así, sesgos en las investigaciones empíricas y conclusiones erróneas sobre los rasgos que tipifican el desarrollo económico.

Los problemas taxonómicos que enfrentan las actividades macroeconómica y mesoeconómica han sido señalados en otro trabajo que se refiere a los modelos de desarrollo global y de complejos de actividad[4]. En particular tales problemas se profundizan en un trabajo en elaboración sobre las *industrias de tecnología avanzada* que se llevó[5] a cabo en el Centro de Transferencia y Vinculación Tecnológica (CTVT) de la Universidad Nacional de General San Martín. En este caso la identificación de tales empresas a partir del CIIU, rev. 3, pone de relieve la insuficiencia del actual sistema de clasificación. La actual revolución científico-tecnológica que se generaliza en los países desarrollados hacia 1970 no puede ser captada en plenitud por la revisión 3. Esta revisión capta en buena medida la aparición de las industrias resultantes de la segunda revolución industrial. No obstante presenta severas falencias en la relación actividades-productos, en particular en los largos eslabonamientos productivos relacionados con la petroquímica y la siderurgia.

Una decisión que tendrá importantes repercusiones hacia el futuro es el abandono por parte de los países de la región NAFTA del nomenclador SIC

[4] HERNÁNDEZ, Ruby Daniel, *Bases para un modelo de desarrollo industrial-tecnológico-regional. Parque Tecnológico Constituyentes*, Ediciones Macchi - Universidad Nacional de General San Martín, 1998.

[5] HERNÁNDEZ, Ruby Daniel, *Las industrias de tecnología avanzada*, Centro de Transferencia y Vinculación Tecnológica, Universidad Nacional de General San Martín - Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, 2002.

(Standard Industrial Classification —CIIU en español—), vigente en USA hasta 1997. Como se señala en un reciente trabajo[6], the Office of Management and Budget (OMB) comunica la implementación de un nuevo sistema denominado North American Industry Classification System (NAICS) que reemplaza al sistema anterior y que se considera una de las transformaciones más profundas desde 1930. A este nuevo sistema se incorporan los socios de USA en la región NAFTA (Canadá y México).

La actualización de la información no sólo responde a la necesidad de satisfacer aspectos operativos, sino a mostrar, desde el punto de vista conceptual, coherencia con los modelos teóricos del desarrollo.

Sobre la base de los indicadores cuantitativos y rasgos cualitativos relevantes se han adoptado diferentes tipos de clasificación para las industrias de tecnología avanzada. A fin de realizar la clasificación de las industrias se han tenido en cuenta los trabajos de:

- OECD, *Manual de Frascati 1993. Propuestas de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*, OECD, 1996.
- OECD, *Oslo manual. Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*, OECD/Eurostat, 1997.
- US Census Bureau, United States Department of Commerce, en internet: http://www.census.gov.
- OECD, *Science, technology and industry scoreboard 1999. Benchmarking knowledge-based economies*, OECD, 1999.
- NAICS, *The north american industry classification system*, en internet: http://www.census.gov/epcd/www/naics.html.
- PAVITT, Keith, *Sectorial patterns of technical change. Towards a taxonomy and theory*, Research Policy, Vol. 13, N°16, 343-373.
- HATZICHRONOGLOU, See T., *Revision of the high-technology sector and product classification*, STI Working Paper 1997/2, OECD, París, 1997.
- GRUPP, Hariolf, *Science, high technology and the competitiveness of EU countries*, Cambridge Journal of Economics, N°19, 1995, 209-223.

Los autores e instituciones antes citados clasifican conjuntos de industrias de tecnología avanzada, según sean productores o usuarios intensivos de tecnología. En el presente trabajo sólo se tiene en cuenta el carácter de *productor* de bienes y servicios, y no así el de *usuario* intensivo de tecnología. Tampoco se sigue, para el resto de las actividades económicas, la clasificación con base en la intensidad tecnológica. Sólo se la utiliza para identificar las industrias de tecnología avanzada que son las de mayor intensidad tecnológica. La no utilización del indicador intensidad tecnológica

[6] MURPHY, John B., *Introducing the north american industry classification system*, Monthly Labor Review, July 1998.

para el resto de las actividades se debe a que alguna de éstas cambian a otra escala de intensidad tecnológica. Tal el caso de sectores de la agricultura, considerados en décadas pasadas de baja intensidad tecnológica. En consecuencia, se clasifican las actividades de tecnología avanzada que son estrictamente *productoras* de *bienes* y *servicios*.

Las actividades genéricas seleccionadas son:

- Biotecnología;
- Tecnología de la información;
- Materiales avanzados;
- Actividad nuclear
- Actividad aeroespacial;
- Instrumentos científicos, de medición y control;

El conjunto de estas actividades se halla en la actual clasificación industrial[7], asignadas en diferentes ramas:

A		AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA Y SILVICULTURA
	01	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas.
	02	Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas.
B		PESCA
	05	Pesca, explotación de criadores de peces y granjas piscícolas; actividades de servicios relacionadas con la pesca.
C		EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS
	10	Extracción de carbón y lignito; extracción de turba.
	11	Extracción de petróleo crudo y gas natural; actividades de servicios relacionadas con la extracción de petróleo y gas, excepto las actividades de prospección.
	12	Extracción de minerales de uranio y torio.
	13	Extracción de minerales metalíferos.
	14	Explotación de otras minas y canteras.
D		INDUSTRIAS MANUFACTURERAS
	15	Elaboración de productos alimenticios y bebidas.
	23	Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear.
	24	Fabricación de sustancias y productos químicos.
	26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos.
	29	Fabricación de maquinaria y equipo no clasificados en otra parte.
	30	Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática.

[7] CIIU 3, *Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas, tercera revisión*, Naciones Unidas, Nueva York, 1990.

	31	Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos no clasificados en otra parte.
	32	Fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones.
	33	Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y fabricación de relojes.
	35	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte.
K		ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER
	72	Informática y actividades conexas.

La irrupción de las industrias de tecnología avanzada obliga a rastrear las actividades de las mismas en diversas ramas y sectores, lo que conlleva errores en la identificación de estas industrias. No obstante, se ha realizado una profunda búsqueda, con base en las actividades genéricas, permita conocer el estado de situación de estas industrias en la República Argentina.

Los aspectos cualitativos y cuantitativos reseñados facilitan una *definición* aproximada de las industrias de tecnología avanzada:

> *Son industrias en las que el capital científico-tecnológico predomina sobre el capital físico, siendo elevada la inversión en I&D. Los insumos del conocimiento y la mano de obra calificada son dominantes en la producción de sus bienes intermedios y finales, siendo la tasa de crecimiento de tales bienes superior a la tasa media de crecimiento del sector manufacturero y del total de la economía. Con base en la innovación tecnológica y organizacional, impulsan una elevada productividad en el sistema y se adecuan rápidamente a las demandas personalizadas, especializadas y masivas.*
>
> *Conforman las nuevas industrias de industrias.*

El desarrollo actual de los diversos tipos de industrias de tecnología avanzada, muestra a la denominada *tecnología de la información* como el núcleo dominante en la producción, diversificación creciente de productos, intensidad de la investigación y desarrollo, y masiva difusión en los mercados intermedios y de bienes finales. Este rol dominante será compartido en el futuro por las industrias de *biotecnología* y de *materiales avanzados*, las que serían el núcleo más dinámico de la economía en los próximos años[8]. Oliver señala que en el proceso de tratamiento, control y dominio de la *materia* se transita desde la dimensión *macro* (acero) y *micro* (chips) a la dimensión *nano* (biotecnología y materiales avanzados). La nanotecnología se caracteriza por el uso intensivo de la información lo que demanda *una nueva unidad de medida* (nanómetro), que se integra a la cadena: centímetro, micrómetro, nanómetro. Ello demanda nuevos aparatos de observación. También por razones de velocidad y cuantía de información a procesar, se requieren nuevas computadoras, entre otras, las basadas en componentes biológicos que

[8] OLIVER, Richard W., *The coming biotech age: the business of biomaterials*, Mc Graw Hill, USA, 2000.

tendrán mayor velocidad (1.000 veces más veloces que las actuales).

Desde el punto de vista de la tecnología, la de información es un *método de propósito general* para procesar información, en tanto que la de nanotecnología es un *método de propósito general* para procesar componentes orgánicos e inorgánicos.

Un rasgo que distingue tanto a la biotecnología moderna (manipulación de genes) y a los materiales avanzados de las restantes actividades, es que lo inorgánico y lo orgánico se entrecruzan; se opacan las diferencias. Además en biotecnología y materiales avanzados se trabaja con terminología y técnicas similares. En la biotecnología moderna se opera a nivel molecular. En los materiales avanzados a nivel atómico. Cada molécula, cada átomo son *fábricas* de producción de una inagotable cantidad de bienes. Se cambia la estructura atómica de los materiales y se logran nuevos materiales. También existen fibras desarrolladas desde los organismos vivos. A su vez, los músculos para manos robóticas tienen memoria y adaptan sus formas para realizar tareas básicas.

En el conjunto de industrias de tecnología avanzada se destacan ocho rasgos dominantes:

- creciente gravitación del conocimiento y la información;
- rendimientos crecientes de escala, estáticos y dinámicos;
- economías de variedad;
- demanda de bienes diferenciados, también estandarizados;
- mercados imperfectos;
- externalidades de diverso tipo;
- economías de red; fracasos elevados y alta rentabilidad en las que tienen éxito;
- lenta maduración de las inversiones;
- fracasos elevados y alta rentabilidad en las que tienen éxito;
- mercado bursátil especializado;
- organización flexible; jerarquía aplanada;

1.1. BIOTECNOLOGÍA

La *biotecnología* es definida por la Office of Technological Assesment (OTA), organismo que funcionara en la órbita del Congreso de Estados Unidos, como: *el conjunto de técnicas que usa organismos vivos o sus substancias para hacer o modificar un producto, mejorar plantas o animales, o desarrollar microorganismos para usos específicos.* Según Griliches[9] al referirse a la hibridación del maíz se descubre un *método* para inventar. Junto con la tecnología de la información y los materiales avanzados componen las

[9] GRILICHES, Zvi, *Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change*, Econometrica, Vol.25, Nº4, October 1957, p. 502.

industrias que más inciden en el proceso de desestructuración-reestructuración de la economía mundial a partir de la década de 1970.

La *biotecnología* como disciplina académica es una actividad multidisciplinaria, resultado de la convergencia de las investigaciones en los campos de la genética, bioquímica, química, biología molecular, microbiología, fisiología, inmunología, ingeniería bioquímica y de alimentos. En consecuencia, la biotecnología se caracteriza por la diversidad de las disciplinas que la integran, basadas en un *núcleo unitario* (la vida). Conforma en su evolución varias generaciones de avances tecnológicos. Ella favorece la reproducción de la naturaleza viva. En efecto, el antecedente más remoto de la biotecnología se remonta a 5.000 años a.c. con el tratamiento de levaduras, fermentos y alimentos, hasta llegar a la actualidad cuando su conformación como disciplina autónoma impulsa las innovaciones en diversos sectores de la vida social.

La edad moderna de la biotecnología se inicia en 1953. La biología experimental abre el camino de la manipulación genética que se acelera con el descubrimiento por Francis. H. Crick y James D. Watson (premios Nobel en 1963) de la estructura y operación de un tipo de molécula contenida en cada célula de los organismos vivos. Esta molécula denominada ADN (ácido desoxirribonucleico) contiene millones de eslabones. Se la conoce, también como el modelo de doble hélice: la molécula de ADN tiene dos hélices que se aparean. El ADN es común a todos los seres vivos, y en su archivo tiene las instrucciones necesarias para que un ser vivo nazca y se reproduzca. Este archivo contiene registros de información. Cada registro denominado *gen* (unidad de información) contiene la información para fabricar proteínas, moléculas esenciales para el desarrollo de la vida. La extracción de un gen de una planta y su incorporación al núcleo de la célula de otra planta genera una nueva proteína. La necesidad de conocer la información contenida en los genes lleva a descifrar el código genético en 1966. Hacia 1985 se inician los estudios sobre el genoma humano. El genoma, totalidad de ADN, es el contenido de material genético en las células de un organismo. El ser humano tiene unos 30.000 genes. En 1973 surge la técnica de *transferencia nuclear* - clonación- de ADN. Se trata de la elaboración de proteínas recombinantes. En 1984, Niels Jerne, Georges Köhler y César Milstein reciben el premio Nobel por el descubrimiento del principio de fabricación de los anticuerpos monoclonales destinados a identificar y destruir antígenos. Se desarrolla la *técnica de hibridoma.* En el año 2000 se da a conocer la secuencia completa del genoma humano. Se descifra así toda la información del código genético en las investigaciones que bajo el nombre *genoma humano,* se llevan a cabo en particular, en el sector público y privado en USA. Se conocerá más adelante el mapa genético de diversas especies. También avanzan las investigaciones de *clonación*: reemplazo de material genético de una especie en otras. Se desarrollan tecnologías como fertilización in vitro y la transformación de embriones. Se avanza en la descripción del proteoma: conjunto de todas las proteínas que integran los procesos biológicos de la especie.

Los estudios de biotecnología se desarrollan en áreas de la *química fina* (laboratorios farmacéuticos), *minería* (nuevos materiales sintéticos), *biogas* (metano obtenido a partir del metabolismo de bacterias), *celulosa* (polisacárido de las paredes celulares vegetales utilizado como materia prima del papel, telas y otros materiales), *agricultura* (híbridos, transgénicos, nuevos alimentos, plantas inmunes a las heladas, resistencia a enfermedades, maderas de rápido crecimiento que reducen el déficit energético), *ganadería* (nuevas especies,

mejoras de calidad, transferencia de embriones que aceleran la reproducción y crianza), *alimentos* (edulcorantes, eliminación de residuos), *energía* (los procesos biotecnológicos reducen el uso de energía convencional), *biomasa* (materia orgánica que crece por conversión de fotosíntesis de la energía solar).

La biotecnología comprende las ramas:

- humana;
- vegetal;
- animal;
- mineral.

La actividad biotecnológica se despliega en tres niveles:

- *Primera generación*:

Se centra en los procesos de *fermentación* que tienen sus orígenes en los albores de la civilización helénica. En el siglo XIX, Pasteur identifica los microorganismos que causan la fermentación, y Buchner descubre la capacidad de las enzimas para fermentar el azúcar y producir alcohol. Se inicia un eslabonamiento que va desde la biociencia a la bioindustria.

- *Segunda generación:*

La disciplina dominante es la *ingeniería enzimática.* Las enzimas son proteínas que tienen funciones operativas. Se trata de microorganismos proteicos que funcionan como catalizadores. La ingeniería enzimática se basa en la tecnología de anticuerpos monoclonales y policlonales, siendo su campo de aplicación la industria alimenticia, diagnóstico clínico, petróleo, etc. Comprende el cultivo de tejidos vegetales y animales para la regeneración de los mismos y avanza sobre los procesos de fermentación clásicos.

- *Tercera generación:*

La disciplina dominante es la *ingeniería genética*, basada en la recombinación proteica. Se desarrolla con una fuerte interacción entre la *bioingeniería* y la *bioquímica.* Abre el camino para la ampliación de la base genética a fin de aportar nuevas variedades. Hacia 1940 se cultiva en las diferentes regiones de USA maíz híbrido que se difunde rápidamente por los aumentos en la productividad de la tierra e incrementos de rentabilidad en las explotaciones agropecuarias. Cabe señalar respecto del maíz que no se han encontrado variedades salvajes lo que indicaría que ha sido resultado en la antigüedad de un experimento. En el campo de los vegetales se tendrá un reconocimiento del genoma completo de los cultivos y se podrán identificar las funciones regulatorias de cada gen. La fermentación aeróbica permitirá el afinado de metales mediante la técnica de biolixivación y se facilitará la eliminación de desechos. En el campo de la salud, la detección de microbios que matan otros microbios incrementará la variedad de antibióticos. La ingeniería genética aprovecha las propiedades del ADN para obtener productos genéticamente modificados; en el campo vegetal las denominadas plantas transgénicas. En nuestro país se inician estas actividades con semillas, hacia

1990. Los bajos costos y la elevada productividad, asociado a temporadas de producción más flexibles, facilitan un incremento sustancial de los beneficios en la empresa agropecuaria. La Argentina ocupa en la actualidad, el segundo lugar en el mundo en la producción de transgénicos.

Los desarrollos de la ingeniería genética se proyectan al agro, salud, energía, contaminación, metalurgia, química. Ésta última, en la rama de la denominada química fina produce aminoácidos, pigmentos, antibióticos, vitaminas.

Barnum[10] clasifica la biotecnología en:

- *clásica*: desarrollo de la *fermentación* desde los tiempos antiguos hasta la actualidad. Comprende el tratamiento de diversos productos: bebidas alcohólicas, pan, queso, combustibles orgánicos, ciertos productos medicinales, etc.
- *moderna*: la *manipulación de organismos vivos* con más de 300 años desde el primer microscopio hasta el primer experimento de clonación molecular. Es la etapa del desarrollo multidisciplinario de la disciplina. El término *biotecnología* comienza a ser utilizado en 1917.

La biotecnología se expande hacia el interior de sus ramas, hacia las restantes industrias de tecnología avanzada y hacia el conjunto de la economía, La reproducción de las investigaciones y la amplia diversidad de bienes que genera, amplia el horizonte de evolución de las ramas humana, vegetal, animal y mineral. En el campo de la salud se intensifica la relación *farmacia-biotecnología*. Una importante cantidad de productos farmacéuticos se obtienen mediante procesos biotecnológicos.

Respecto de la tecnología de la información, los materiales avanzados y la energía nuclear, se intensifican ligaduras mediante los procesos de fertilización cruzada que hacen surgir nuevos materiales y bienes. Un campo de fertilización cruzada relevante es el de la *bioinformática* que usa los desarrollo de las tecnologías de la información para ser utilizado en las complejas investigaciones de base biológica, farmacéutica y bioquímica (base de datos, cálculos matemáticos complejos, codificación genética de plantas y animales). La realimentación se intensifica con los desarrollos actuales de material biotecnológico en las computadoras del futuro (biochips).

El *cruzamiento* de las actividades biotecnológicas con las de tecnologías de la información se da en un ambiente de retroalimentación. Dos casos que se presentan como ejemplares son: el desarrollo de supercomputadoras requeridas por las investigaciones sobre el genoma humano y la combinación de chips con genes que permitirían el desarrollo de biochips que acelerarían la velocidad y la capacidad de las computadoras en los próximos años. La computadora más eficiente se basaría en una molécula de ADN.

Los impactos del desarrollo biotecnológico sobre la salud y la economía revelan efectos de enorme trascendencia. En el campo de la salud, cabe citar: la prolongación de la vida, la anticipación y tratamiento de enfermedades detectadas con anterioridad al parto, la posibilidad de reducción de enfermedades que siguen siendo flagelos en los humanos, vegetales y animales.

[10] BARNUM, Susan, *Biotechnology. An introduction*, Wadsworth Publishing Company, Canada, 1998.

Son elevados sus impactos sobre las distintas ramas del sector agropecuario: cereales, oleaginosos, frutales, legumbres, hortalizas, ganadería, silvicultura, y los respectivos procesos de industrialización. El avance biotecnológico ligado a la mecanización, control satelital, siembra directa, riego, manejo de rodeos, clima, suelos, uso intensivo de las tecnologías de la información, materiales avanzados y energía, modifica sustancialmente las actividades en el sector agropecuario. Aumenta la productividad del mismo, se incrementa el uso de tierras de bajos rendimientos, y la diversidad y cantidad de bienes que se ofrecen al mercado.

Los impactos en el *agro*, entre otros, son los siguientes:

- Diversas técnicas, entre ellas la de marcadores moleculares y las transgénicas aportan mejoras, variedades, mayor productividad y producción por hectárea puesta en producción, al tiempo que permite el cultivo de tierras marginales.
- Preservación de suelos sobre los que influyen el cuidado ecológico, y el uso de químicos, que facilitan un mejor control del clima y el laboreo de la tierra. Se mejora la rotación cultivos-ganado, se obtienen variedades más resistentes y adaptables a suelos de menor calidad.
- Mejora de las semillas y obtención de nuevas variedades por hibridación (cruzamiento genético para producir nuevas variedades), y mejoría genética (transgénicos y clonación), lo cual incrementa la diversidad y calidad de los alimentos. El potencial alcanzado con semillas transgénicas debe tener en cuenta un adecuado control ético para los casos en que se registraran perjuicios para la salud. La protección de especies en extinción y el desarrollo de variedades acentúa la biodiversidad.
- Elevación del rendimiento de las plantas (leguminosas, mediante inoculantes).
- Control de enfermedades, tolerancia a plaguicidas y herbicidas, control de heladas.
- Tratamiento de la leche y sus derivados con sus efectos nutricionales que mejoran la salud humana, en particular de los niños.
- Sustitución de materias primas y nuevos usos de las mismas que favorecen el desarrollo de ciertos productos. Es el caso del azúcar que es sustituido por fructosa, glucosa y edulcorantes sintéticos. No obstante alcanza fuertes desarrollos al usarse la melaza en forma creciente en la alimentación de animales y como materia prima para la obtención de combustibles. Lo mismo ocurre con el maíz y la soja.
- Eficiente producción animal; al reconocer el potencial genético de los animales permite obtener mejores reproductores, incrementar el porcentaje de pariciones, mejorar la calidad en animales de doble propósito (carne-lana; carne-leche). Las vacas transgénicas producirán leche con proteínas humanas.
- Mejorar la trazabilidad de los productos por el uso combinado de las tecnologías de las industrias de tecnología avanzada. La trazabilidad contiene información relevante sobre los antecedentes del producto, desde la obtención de la materia prima, procesamiento industrial, hasta las normas de calidad y exigencias comerciales que satisfacen la demanda de los consumidores.

- Desarrollo de capacidades con el mejor empleo de recursos humanos calificados que se intensifica con la presencia de nuevas variedades y exigencias complejas de gestión tecnológica, comercial y financiera.
- Fertilizantes orgánicos a partir del tratamiento de algas marinas, desechos orgánicos, compost, vermicompost, tratamiento de detritos, etc.

La *industria* de productos alimenticios se beneficia con:

- Mayor variedad y calidad de alimentos para consumo humano y animal. Se alcanzan nuevas alternativas de consumo.
- Manipulación genética de microorganismos; obtención de enzimas que mejoran la calidad de los bienes.
- Rápida transformación industrial de materiales mediante microorganismos y otros agentes biológicos. Se mejora la conservación de alimentos
- Intensificación de la fermentación de medios líquidos y sólidos mediante recursos microbianos. Se aprovechan desechos y se desarrollan nuevos combustibles.

El *medio ambiente* se mejora con:

- Tratamiento anaeróbico de aguas residuales;
- Conservación del genoma de especies en extinción;
- Cambios favorables en el medio ambiente;
- Creación de nuevos materiales biodegradables;
- Tratamiento de desechos tóxicos, en particular los derrames de petróleo.

La *salud humana* se beneficia con:

- Manipulación genética que previene enfermedades, facilita su cura y mejora las condiciones de vida de los seres humanos. La transferencia de genes diferentes facilita la producción de diversas proteínas humanas: hormonas de crecimiento, insulina, interferón (proteína producida mediante células para combatir enfermedades virales, cáncer, etc.).
- Desarrollo de la bioseguridad y la mejora de equilibrio ecológico.

La *minería* y los *materiales tradicionales* amplían sus aplicaciones con:

- Obtención de cobre puro a partir de bacterias que operan sobre las moléculas de cobre encontradas en calcopiritas. Se forma un compuesto que es tratado químicamente.
- Uso de bacterias para similares tratamientos del zinc, plomo y otros metales.

La obtención de productos biotecnológicos finales es, a *nivel fabril*, similar a la de la industria farmacéutica. El proceso se denomina *río abajo*[11]; en el se demandan tareas de separación, recuperación y purificación muy diversas para obtener los bienes. Las etapas son similares a los procesos unitarios de la industria petroquímica y química. El alto costo de cada una de las etapas de los procesos río abajo obliga a una mejora continua de los rendimientos en cada una de ellas.

La complejidad científica, tecnológica y económica de las empresas biotecnológicas determina que en la etapa de incubación como de funcionamiento inicial de las mismas, los análisis de pre-factibilidad y de factibilidad económica, y el plan de negocios que se desarrolle deben contemplar la coevolución de las variables tecnológica, organizacional, financiera y de mercado a fin de garantizar resultados satisfactorios en los mercados interno y externo. Debe tenerse en cuenta que las empresas biotecnológicas, al igual que las restantes industrias de tecnología avanzada, operan con rendimientos crecientes, innovaciones continuas, recursos humanos calificados y mercados imperfectos. Ello implica mantener elevados niveles de competitividad. En consecuencia se deben explicitar estrategias (qué hacer en el largo plazo, etapas de maduración, nivel de aspiraciones, selección de productos) y un conjunto de tácticas precisas detalladas en el plan de negocios. La lenta maduración de los negocios biotecnológicos se expresa en el elevado porcentaje de empresas que se hallan en el estadio no comercial, siendo muy bajo el porcentual de las empresas que ofrecen rentabilidad atractiva por la venta de sus bienes.

Como las etapas de obtención del producto biotecnológico, desde el descubrimiento del nuevo componente hasta su fabricación en masa, pueden llevar años, los lenguajes científico y comercial deben ser familiares para los inversionistas[12]. Los inversores deben conocer los estadios de desarrollo de la empresa biotecnológica y los procesos de fusión, tales como los de absorción de empresas que se hallan en la etapa de desarrollo científico, por parte de otras empresas biotecnológicas o farmacéuticas. Además, en este sector juegan un rol esencial los entes reguladores. En USA, la Dirección de Alimentos y Fármacos (Food and Drug Administration -FDA-) impone costos, demoras, antes de que el bien se produzca para el mercado. En particular el proceso de consolidación es largo en empresas farmacéuticas, biotecnológicas, y puede demorar más de 6 años para la aprobación de procesos, lo que afecta la rentabilidad empresarial. Como contrapartida, cuando el producto es aprobado son elevados los beneficios, los cuales se incrementan si el producto tiene usos múltiples en el mercado. Los inversores deben, entonces, familiarizarse con las características dominantes en el proceso de desarrollo de las empresas biotecnológicas a fin de hacer un uso correcto de los denominados análisis *fundamental* y *técnico,* utilizados en el mercado de capitales.

Referente a las empresas biotecnológicas, éstas enfrentan en la actualidad un proceso de adquisiciones y fusiones resultantes, entre otras causas, de las dificultades en la obtención de capital de riesgo, desatención del Estado sobre la evolución industrial, y falta de formación de los innovadores en temas de tecnología organizacional. En efecto, los innovadores dominan el

---

[11] HATTI, Rajni-Kaul and MATIASSON, Bo, *Downstream processing in biotechnology*, en RATLEDGE, Colin and KRISTANSEN, Bjorn (Ed), *Basic Biotechnology*, Cambridge University Press, RU, 2001, 187-211.

[12] DUARTE, Joe, *Successful biotech: every investor's investing*, Prima Money, California, 2001.

componente básico de conocimientos para la generación de nuevos productos y se muestran rezagados en conocimientos y experiencias con relación a la organización de la producción, comercialización y mercados. En particular las compañías farmacéuticas y químicas ingresan al mundo de la biotecnología atraídas por estas características de funcionamiento que exhiben los innovadores, y por la tendencia mundial del capitalismo a concentrarse en los sectores de mayor rentabilidad. La concentración del capital, liderado por las empresas multinacionales tiende a reunir la investigación y los desarrollos biotecnológicos en sus casas matrices.

En el desarrollo de las empresas biotecnológicas cobra relevancia un nuevo tipo de *cultura empresarial.* Ésta no sólo importa por sus habilidades y conocimientos, sino porque en las industrias de tecnología avanzada, y en particular en la biotecnología, el desarrollo local-regional-nacional de la economía debe endogeneizarse. La preservación de la rentabilidad de la inversión, más allá de las patentes y de la imperfección de los mercados que facilitan la realización de tal rentabilidad, requiere de la fuerte competitividad que genere el empresariado autóctono, de base nacional.

En cuanto a los problemas éticos que se manifiestan con el desarrollo de la biotecnología son múltiples y de compleja evaluación. La *ética*, siempre presente en la actividad humana, cobra mayor relevancia frente a lo nuevo, en particular cuando éste atrae la atención de la sociedad por sus actuales y potenciales impactos negativos. La bondad o maldad de los desarrollos científicos serán siempre objeto de controversias, y en consecuencia de un mayor control social.

La evolución económica de las actividades biotecnológicas se favorece con la mayor producción, alto valor agregado, productividad elevada, menores costos, elevados beneficios. Bajo una distribución de ingresos equitativa se beneficiarán más consumidores a escala mundial y nacional. En USA existen más de 2.000 empresas biotecnológicas y en Europa más de 1.000. Operan con cifras superiores a los 40.000 millones de dólares e invierten en investigación y desarrollo un 10/20% de las ventas anuales.

Con relación a los efectos de elevada multiplicación que ocurren en la economía, la biotecnología opera con las mismas características que Rosenberg ha señalado para ciertas innovaciones. Responde a lo que denomina *tecnologías de propósito general* cuyos productos originan nuevas industrias y sectores de actividad. La difusión de estas tecnologías es intensa, y sus efectos económicos se expanden al conjunto de la economía. Las *propiedades emergentes* del núcleo de industrias de tecnología avanzada se expresan en los conceptos descriptos en los capítulos III y IV. Una propiedad emergente a destacar en la biotecnología es la *desmaterialización* de la producción: menor uso de materias primas y utilización de sustitutos que generan nuevos bienes. Como resultado cambian los patrones de *complementariedad* en el sistema productivo y se acelera la *industrialización.* Así se agrega valor en la cadena de producción y se reduce el precio de muchos de sus bienes.

En el área de la agricultura corresponde destacar los *rasgos locales* relacionados con el clima, suelos, y capacidades ambientales y humanas, los que condicionan el desarrollo de las actividades. Más aún, la transferencia de tecnología se expone al fracaso si no se atienden estos rasgos locales. El *desarrollo local* cobra importancia porque es necesario la adaptación de las producciones a las situaciones concretas. Se alienta así el *desarrollo localizado*

de este segmento de la biotecnología. Estas características facilitan el establecimiento de estrategias de desarrollo conjuntas entre empresas internacionales, locales y laboratorios de investigación estatales en el ámbito nacional, regional. En la Argentina el INTA ha logrado avances genéticos que bajo la modalidad de licencias, explota la actividad privada. En este caso no se produce hasta ahora el desarrollo de empresas spin-offs, surgidas de la actividad empresarial de investigadores que pertenecieron a laboratorios donde se gestaron las innovaciones. Asimismo los condicionantes que favorecen el desarrollo local (clima, suelos, adaptación de variedades al medio ambiente, organización de la producción y de los mercados) se asocian a un vasto mercado interno que demanda mejoras tecnológicas para favorecer la valorización del producto agropecuario, y la industrialización de tales bienes. Con ello se alcanzaría una mayor elasticidad-precio y elasticidad-ingreso de la demanda de exportaciones. En la República Argentina la creciente demanda de insumos del mercado interno agropecuario inciden en el importante desarrollo actual de las empresas biotecnológicas.

Un hecho que tiene una profunda implicancia teórica y en la economía real, es la difusión de los *rendimientos crecientes.* La agricultura, desde siempre fue un sector de rendimientos decrecientes y ello condicionaba la evolución sectorial del sistema productivo y social. En particular la biotecnología incidirá cada vez más, junto con el desarrollo de otras tecnologías en la generación de rendimientos crecientes en un importante conjunto de bienes agrícolas. Se replantea así, asociado con otros factores, el reordenamiento de la empresa agrícola, la tecnificación e industrialización de sus productos, la organización comercial y los recursos financieros que demanda esta nueva realidad. El mayor capital y control de gestión que se requiere ahonda las diferencias entre un sector que se moderniza y otro que se mantiene rezagado. Esto se profundiza si el Estado se desentiende de estos cambios estructurales. Cuando ello ocurre impide que los avances científico-tecnológicos se generalicen al subsistema agricultura e impacten sobre el resto de la economía. Además al predominar estrategias irracionales, especulativas sobre el uso del suelo, se alcanzan resultados muy negativos al intensificarse la desertificación por sobreexplotación de suelos.

En cuanto a la salud, es estratégica la generación de una *base endógena de desarrollo* productivo social. Ello demanda la disposición de una investigación básica y aplicada relevante en el país. Es el caso de Argentina que sobre la base del conocimiento y una industria farmacéutica importante, avanza hacia procesos de autonomía tecnológica y de fuerte desarrollo industrial. En general la disponibilidad *local* de científicos y tecnólogos determina la velocidad de adopción y desarrollo de la biotecnología.

1.2. TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

La tecnología de la información comprende el almacenamiento, procesamiento y transmisión de información cualitativa y cuantitativa.

Esta industria abarca el campo de la microelectrónica, computación, la diversidad de periféricos que se incorporan a las computadoras, internet y las telecomunicaciones. Excluimos en el presente trabajo a las telecomunicaciones que integran con otras ramas manufactureras el grupo de

industrias que son *usuarios intensivos* de bienes y servicios producidos por las industrias de tecnología de la información.

Junto con las restantes industrias de tecnología avanzada generan las llamadas *economía* de la información, del conocimiento o del aprendizaje; también se la denomina nueva economía. Son denominaciones que toma el sistema capitalista en las diferentes etapas de su desarrollo. Lo mismo había ocurrido antes con la expresión economía de mercado y más recientemente, globalización. Estas expresiones de cuño ideológico, si bien se refieren a características específicas del sistema, se presentan no para el análisis de su naturaleza, sino como atributos que sólo contienen los aspectos favorables de la expansión del sistema, y no sus aspectos desfavorables. La actual denominación de *economía del aprendizaje* es la que más se adapta al desarrollo precedente y actual del funcionamiento del sistema capitalista.

La tecnología de la información se difunde rápidamente al conjunto de las actividades económicas, potencia el desarrollo del capital físico e intelectual, y es el principal motor del profundo cambio estructural que se observa en los países desarrollados desde 1970.

El salto de la industria electrónica a la microelectrónica ocurre al resolverse el interrogante sobre la posibilidad de calcular información cuantitativa, vía electricidad. El matemático John von Neuman desarrolla el marco teórico sobre programas almacenados que sirven de base para el desarrollo de computadoras digitales. La *digitalización* facilitará la conversión de contenidos (voz, dato, video, imagen) en una forma digital común que puede enviarse individual o colectivamente. Se trata de almacenar conjuntos de instrucciones como información, para ser ejecutadas en la memoria de la computadora. La no utilización de conexiones físicas es el fundamento de la flexibilidad funcional. En efecto, al modificarse el programa almacenado en la memoria, se modifican las operaciones de la computadora.

Las *circunstancias históricas* que influyen en el desarrollo de las computadoras, se centran en las demandas de cálculos sofisticados por parte del complejo económico-militar, y el desarrollo de hardware por la industria electrónica. Durante la segunda guerra mundial las fuerzas armadas de USA demandan la realización de cálculos precisos para determinar la trayectoria de misiles balísticos. Se está frente a un proceso combinado de *co-evolución* de variables, y convergencia de intereses para la concreción de una innovación tecnológica radical.

La *invención* se concreta en Filadelfia en 1945. John Mauchly y Presper Eckert[13] de la Escuela de Ingeniería Moore de la Universidad de Pennsylvania indagan sobre el uso de la electricidad para la realización del tipo de cómputos que demandan las fuerzas armadas. Construyen la máquina ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), primera computadora digital electrónica, con 17.000 tubos, un peso de 30 toneladas, y que ocupa un espacio de 1.800 mts2. El costo total fue de 500.000 dólares y el del uso por hora, 650 dólares. En la actualidad su capacidad entera cabría en un circuito integrado del tamaño de un abrochador, que almacena un millón de veces más información.

Transcurridos casi 30 años, sobre la base de desarrollos iniciados en 1974 surge otra *invención* en 1981: las computadoras personales que

[13] McCARTNEY, Scott, *ENIAC: The triumphs and tragedies of the world first computer*, Berkley Books, New York, 1999.

revolucionan y amplifican el campo de la denominada tecnología de la información. La necesaria complementariedad entre sus componentes se profundiza generándose nuevas invenciones, en particular en el campo de la microelectrónica, de los materiales avanzados, y se extiende a un creciente número de artefactos, entre los cuales se destacan los utilizados en telecomunicaciones. El impacto en la economía comprende el uso generalizado de componentes (laser, robots, sensores, control numérico) en las industrias, la educación y la investigación. Se masifica el consumo de los bienes y servicios de la tecnología de la información en todos los sectores de actividad económica, aparecen nuevas ramas industriales y se expande y generaliza el empleo. Todo ello incide en la modificación estructural de las organizaciones empresarias. Su derrame al conjunto de la sociedad trae profundos cambios culturales y sociales.

Un conjunto nuevo de empresas y ramas industriales caracterizan el desarrollo de las industrias de la tecnología de la información, las que se organizan bajo las denominaciones genéricas de *hardware* y *software.* Al comienzo, la actividad industrial de producción de semiconductores, memorias, microprocesadores, elementos periféricos (impresoras, memorias de disco) era monopolizada por los fabricantes de computadoras. Más tarde, se independizan conjuntos de actividades, dando lugar al desarrollo de nuevos mercados.

La ***industria de hardware*** comprende *la fabricación de los componentes físicos del sistema.* A lo largo del tiempo, las industrias se especializan y operan en forma independiente en la producción de grandes computadoras, computadoras personales, semiconductores, circuitos integrados específicos, discos rígidos etc. A ello se suma la producción de una creciente variedad de periféricos con lo que se establece un conjunto industrial de elevada complementariedad. También proliferan, en particular en los países subdesarrollados, las actividades de ensamble de equipos de computación. Es una industria en la que predomina el aprendizaje por la práctica basado en la experiencia acumulada en la producción de bienes.

El desarrollo de la industria del hardware comprende diversas etapas y descubrimientos. En 1947 se inventa el *transistor*, primer componente sólido, capaz de amplificar las señales eléctricas. Como materia prima se utiliza el silicio, elemento químico semiconductor. Se inicia la miniaturización de la electrónica: la electrónica de válvulas es reemplazada por la de transistores.

La invención del *transistor* se basa en el desarrollo científico-experimental sobre las propiedades eléctricas del estado sólido, asociado a los datos técnicos que vienen de la radio y el radar. Era necesario sustituir la válvula al vacío, de corta vida útil, y de elevado consumo de energía. Hacia 1960, el transistor de silicio, que se adapta a altas temperaturas y el proceso planar, en el que se usa una de las caras del transistor, facilita la producción masiva de transistores estandarizados. Se avanza hacia la miniaturización que tiene su centro en el desarrollo de la microelectrónica.

La *microelectrónica* es el corazón de la industria de la tecnología de la información. Comprende el procesamiento y transmisión de datos y el control de sistemas complejos. Se concreta el objetivo de incrementar sustancialmente el rendimiento de las operaciones lógicas, lo que da origen a nuevas técnicas para el desarrollo de la computadora. Se transita desde las técnicas

electromecánicas en el desarrollo de transistores hasta culminar en la invención de los circuitos integrados. La microelectrónica incrementa sustancialmente la automatización de numerosas aplicaciones industriales, cambia prácticas organizativas y modifica las relaciones de trabajo. Un rasgo relevante del conjunto de actividades que comprende la microelectrónica es su elevada especialización, con altos costos de entrada, especialmente en investigación y desarrollo, diseño y desarrollo de habilidades.

La ***industria de semiconductores,*** como otras que se describen más abajo, se independizan con el tiempo de la industria madre de producción de computadoras. También se independiza recientemente la producción de semiconductores, de la de circuitos integrados específicos.

La industria de semiconductores se desarrolla en la década de 1950 cuando en 1954 es inventado el *semiconductor.* Jack Kilby, premio Nobel de Física del año 2000, inventa el chip y la calculadora de bolsillo. El chip es un extremadamente delgado wafer de silicio. Éste último es un *material avanzado* con propiedades electrónicas especiales. Las tecnologías microelectrónicas facilitan su utilización. Estas tecnologías son: circuitos impresos multicapa, microsensores, micromecanismos, circuitos integrados.

El chip es trazado y grabado para formar el sendero que la electricidad seguirá para transportar información en el interior de un sistema computarizado. El soporte material, una placa pequeña de silicio, tiene una potencia de transmisión equivalente a muchos transistores. Se multiplica aceleradamente el procesamiento y almacenamiento de la información.

Hacia fines de la década del 60, la complementación chips -circuitos integrados-, se resiente por los altos costos de estos últimos. Se requiere *innovar* para reducir costos; ello demanda una mayor flexibilidad y adaptabilidad del sistema. A tal efecto, se integran: una micro unidad central de proceso, un software programable en una pastilla, chip, sin conexiones alámbricas, y se utiliza la misma técnica usada para producir los circuitos integrados (fotolitografía). En la memoria del procesador se halla el compilador. Se descubre así el *microprocesador.*

Los *chips* basados en la maleabilidad del *silicio,* abren el camino de la miniaturización en la microelectrónica y facilitan el desarrollo de las computadoras personales. La *miniaturización* es esencial para que el transistor se difunda masivamente. En este sentido eran necesarias innovaciones, entre ellas reemplazar los componentes mecánicos por los electrónicos. La tecnología mecánica tenía costos crecientes. La clave era procesar sólo energía como contenido de información y eliminar los hilos de conexión. La miniaturización aporta la ventaja de ser más fiable (reducción de fallas) y de ser más flexible; en consecuencia se facilita el moldeo de los artefactos. Un aporte tecnológico esencial para la miniaturización es la *tecnología de la fotolitografía,* proceso químico que se aplica sobre la oblea de silicio para dar formas físicas a escala microscópica. Esta tecnología que viene de la industria gráfica es un ejemplo de la llamada *fertilización cruzada.* En la actualidad los microprocesadores integrados con sus múltiples tecnologías ofrecen productos *inteligentes* a la casi totalidad de los sectores económicos. Con relación a la miniaturización el avance es continuo. Los nuevos chips en número de 12 millones tendrán una densidad de 1 centímetro. Los microprocesadores serán mucho más chicos y veloces que los actuales, contribuyendo a una reducción

los costos. Además, el silicio, competirá en el futuro con otros materiales: tungsteno, plástico, biomateriales.

La producción de chips se expande con rapidez porque es demandado por una elevada variedad de aplicaciones industriales. Se instalan en la mayoría de los aparatos electrónicos y son los cerebros de las máquinas. La industria de computadoras personales con su demanda de chips como microprocesadores, y para la memoria del sistema, no es en la actualidad el mayor demandante de chips. El chip es utilizado en la salud (chips implantados en humanos: se combina el organismo vivo con componentes electrónicos), telefonía celular, cámaras digitales, etc. Es usado en autos, sondas espaciales, lavarropas, videojuegos, calculadoras. Se conectan barrios en forma inteligente y se alcanza mayor fidelidad de sonido con la radio digital. En la denominada agricultura de precisión se utiliza el sistema de posicionamiento global (GPS) y el sistema de información geográfica (GIG), que permite monitorear rendimientos, y con sensores de suelo, manejar sitios específicos a fin de mejorar los rendimientos y las nutrientes del suelo. Con ello se hará un mejor uso de la fertilización. El sistema de posicionamiento global facilita el control de aviones, barcos y vehículos. USA dispone de 24 satélites interconectados que orbitan a 20.000 kilómetros de altura. Se informa así sobre la latitud y longitud de un objeto localizado, disponiéndose de un mapa digitalizado de la zona. Con ello se facilita la ubicación de un punto exacto de ciudad o ruta.

En 1972 se descubre *el microprocesador* que permite construir una unidad central de proceso programable en un chip, sin conexiones alámbricas internas. El microprocesador, una vez programado, se adapta a funciones específicas. La integración en una pastilla (aumenta la confiabilidad en el rendimiento) y la estandarización, inducen innovaciones en la industria electrónica. Se producen en masa y con una elevada cantidad de aplicaciones. Los microprocesadores o chips de computadoras almacenan y dirigen artefactos usados en el proceso digital y en el software. El microprocesador puede ser programado para simular un vasto número de circuitos lógicos. Es el *componente básico* (buiding block) para numerosas aplicaciones con diferente conjunto de instrucciones lógicas.

El microchip o microprocesador emitirá en el futuro luz láser, la forma más rápida de transmisión de información digital. Se tendrán chips ópticos que reducirán el tamaño de los equipos. Las propiedades ópticas de los chips permitirá disponer de equipos electrónicos más inteligentes, con mejor desempeño. Hacia el año 2000 se investiga sobre nuevos transistores de silicio que desarrollarán microprocesadores (chips) con mayor capacidad de procesamiento de datos y menores costos. Se esperan rendimientos muy elevados y un crecimiento relevante de las externalidades pecuniarias y tecnológicas, que contribuirá a mayores beneficios para los consumidores. En el futuro, se espera contar también con computadoras biológicas, neuronales, que conducirán a nuevos desarrollos de software para atender a la probable conexión electrónica-biológica. En el ámbito de la ciencia de la *nanotecnología* (tecnología a escala molecular) se prevé el reemplazo de los semiconductores de silicio de tres dimensiones por semiconductores de nanotubos de carbón o incluso de ADN. En efecto, la molécula de la vida se almacena en cuatro bases: adenina, citosina, guanina y timina que contienen enorme cantidad de información. Las moléculas naturales podrían manipular la información en forma simultánea a elevada velocidad.

La importancia de la industria de semiconductores se refleja en el monto de ventas mundiales que superaron los 150 billones de dólares en 1999.

La ***industria de circuitos integrados*** se consolida en la década del 70 a partir de los que utiliza el sistema IBM 360. Culmina la *transición* desde el soporte físico-electrónico sobre el que se basa el tratamiento de la información, hasta el circuito integrado que se inventa en 1959.

El circuito integrado es un conjunto de múltiples transistores interconectados sobre una delgada pieza de material semiconductor.

Con ello se amplifican las señales eléctricas, y se accede a todo tipo de cálculo lógico y matemático en una sola pieza diminuta de silicio. Se trata de un *bloque electrónico digital,* de uso genérico que se fabrica masivamente, siendo fiable, flexible y estandarizable. Se accede así a cálculos demandados por sistemas complejos y por los sistemas de simulación, al tratamiento de imágenes, visualización de mapas, etc.

Los circuitos integrados evolucionan en complejidad con el denominado VLSI (very large scale integration), dispositivo que contiene un elevado número de líneas conectadas de mínimo espesor. Se reduce el tamaño del circuito y se incrementa la densidad del mismo en un chip, admitiendo una mayor cantidad de circuitos integrados. Es un tipo de circuito integrado con más de 100.000 elementos.

La producción de circuitos integrados a *escala molecular* reemplazará en el futuro a los chips de silicio, siendo mil veces menores en tamaño. La miniaturización se instalará en el mundo molecular. La aparición de materiales avanzados favorecerán el desarrollo de estructuras extrafinas que afirman el proceso de miniaturización a nivel molecular. Los *nanocircuitos* enlazarán transistores, cables e interruptores para realizar las operaciones básicas de computación.

La tecnología de procesos es dominante en esta actividad. Los costos y la performance en la producción de circuitos integrados cambia drásticamente al alterarse el ciclo de vida de este tipo de bienes[14]. Los elevados costos iniciales (fuertes inversiones) declinan con el aumento de la producción de circuitos integrados. Los costos del capital crecen como resultado del fuerte progreso técnico en el sector que acelera la obsolescencia de procesos. Como contrapartida, las mejoras incrementan la capacidad en los chips de circuitos integrados. Los altos costos de entrada obligan a producir en gran escala, con estandarización de diseños y de conexiones que aseguren la correcta ligadura entre los componentes. Se altera la organización de la industria, la estrategia de diseño de productos, y se demanda mayor capital financiero. El *capital de riesgo* cobra relevancia. El avance tecnológico en los circuitos integrados facilita la invención del microprocesador.

La industria del semiconductor se altera hacia la mitad de 1980 al desarrollarse la tecnología de ***circuitos integrados específicos***. Se desacopla la fabricación de circuitos integrados de la fabricación de semiconductores. Surge un sector industrial independiente: la industria de *circuitos integrados*

[14] ROSENBERG, Nathan y STEINMULLER, W. Edward, *The economic implications of the VLSI revolution,* en ROSENBERG, Nathan, *Inside the back box: technology and economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982.

específicos que sirve a los usuarios de semiconductores. Esta es otra oportunidad industrial para los países recientemente desarrollados, dado que desarrolla nuevos mercados.

La ***industria de equipos para la fabricación de semiconductores*** es, en el contexto de la industria electrónica, una actividad altamente especializada, centrada en la fabricación de máquinas especiales para diseñar los chips, construir otros artefactos electrónicos, y dar respuesta a los clientes.

La relación entre la fabricación de equipos y la industria de semiconductores, muestra los cambios organizacionales y tecnológicos que son dominantes en las industrias de tecnología avanzada. Durante los años 80 predomina la integración vertical de actividades en Japón, en tanto que en los años 90 se destaca la desintegración de actividades en USA[15]. Chon señala que en Japón la integración vertical favorece la flexibilización estructural de actividades que disminuye costos de transacción y facilita la obtención de economías de escala. También se beneficia por un tipo de aprendizaje por el uso que los japoneses denominan *lead users knowledge:* los usuarios finales de los equipos *de* producción son los que predicen las futuras demandas de equipos. También influye el formidable apoyo del gobierno japonés, en el campo de la investigación y desarrollo, en la generación de recursos humanos altamente calificados, y en el financiamiento. Japón toma el liderazgo en la producción de DRAMs (dynamics random access memory) que requiere para su fabricación de equipos avanzados. La interrelación entre las dos industrias es inducida, a su vez, por un tipo de información que es muy específica y de difícil transferencia. Hacia 1980, la industria integrada japonesa domina el mercado mundial. La pérdida de posiciones en Japón ocurre durante los años 90 por el predominio de estrategias diferentes en las empresas líderes de USA.

Las *alianzas estratégicas* de empresas, incluso entre las competidoras, se desarrollan como resultado de las innovaciones continuas que se dan en la producción de equipos y de semiconductores. Es importante destacar que la producción de equipos para la fabricación de semiconductores supera la cantidad de 100. La integración vertical no se sostiene ante la demanda de producción de equipos especializados que respondan a los continuos cambios que registra la producción de semiconductores. Se privilegian los oferentes internacionales de componentes más que los domésticos. En este contexto las empresas pymes que operan en complejos industriales (Silicon Valley en California y Ruta 128 en Boston) se benefician con la estrategia de producción *flexibilizada* que se adapta rápido a los cambios de mercado. También se facilita el intercambio de información, la complementación de actividades, la disposición de elevada capacidad empresarial, y el empleo de personal calificado. La necesidad de mayor especialización surge del reemplazo de las DRAMs por otros tipos de memoria, y por la producción de microprocesadores muy sofisticados. Los múltiples tipos de chips que se generan son aptos para ser estandarizados, y con ello aprovechar las economías de escala.

Los cambios que se registran en las estrategias productivas responden a la necesidad de mantener una producción eficiente, y se hallan en línea con la necesidad de los consumidores. No obstante continúan las fusiones y

[15] CHON, Soohyun, *Destroying the myth of vertical integration in the Japanese electronic industry: restructuring in the semiconductor manufacturing equipment industry*, Regional Studies, Vol. 31, 1, 1997, 25-39.

adquisiciones de empresas en este subconjunto básico de la industria electrónica. Se incrementa así la concentración financiera con estrategias independientes, pero compatibles, para las empresas asimiladas. En este contexto, se multiplican las posibilidades de desarrollar componentes en los países que acentúan estrategias de desarrollo industrial basadas en las actividades reseñadas.

La ***industria de computadoras personales***, que altera drásticamente la actividad de las personas y de las organizaciones, se inicia hacia 1981. Entre 1985-1995, la producción de computadoras crece al 17,2% anual y la de software al 16,3% anual. En el año 2000 la venta de computadoras asciende a 135 millones de unidades.

IBM produce, si bien hay otros antecedentes, el primer computador personal con fines comerciales. Se pasa del control del mainframe: computadora central de notables dimensiones a la producción de pequeñas computadoras. Esta industria tiene dos segmentos principales: microprocesador y sistema operativo.

En 1972 se inventa el microprocesador empaquetado en un chip, a fin ser incorporado a la computadora.

El *microprocesador* comprende una placa madre (motherboard), tarjeta lógica que contiene a su vez, a la unidad central de procesamiento (CPU) que dirige y coordina el conjunto del proceso electrónico, los chips de apoyo a la memoria y los controles de entrada/salida. En su circuito integrado se procesan todos los datos. Se trata de un sistema capaz de realizar operaciones lógicas y aritméticas, bajo el control de una unidad central de proceso. Las diversas tecnologías que se incorporan permite conectar los dispositivos externos e incrementar la velocidad de transporte de datos. Los tipos de memoria, los discos rígidos, pantallas, impresoras y restantes periféricos que se acoplan a la computadora, conforman actividades industriales independizadas. El avance en todos los segmentos de actividad contribuyen a reducir sustancialmente los costos, que se completa con los avances en el desarrollo de sistemas operativos. Cada nueva versión de computadoras personales hace declinar los precios de los viejos modelos, lo que acelera la obsolescencia de los mismos.

Con las computadoras personales se facilita el nacimiento de otra industria independiente: la *industria de microprocesadores*. La empresa Intel es la mayor productora mundial de microprocesadores. Dispone del menor y más veloz transistor del mundo (12 millones de transistores abarcan un centímetro) base de una nueva generación de computadoras. Con estos transistores se fabricarán microprocesadores de menor tamaño, y 10 veces más rápidos que los actuales. Será menor el costo de los microprocesadores. A mayor desarrollo en la producción de transistores, mayor será el desarrollo de software para atender nuevas aplicaciones.

El otro componente básico en la producción de computadoras personales es el sistema operativo, actividad que es esencial en la industria del software.

El *sistema operativo* es el software básico que controla una computadora[16]. Sus funciones le permiten coordinar el hardware de la

[16] Enciclopedia Microsoft Encarta, *Sistema operativo*, 2001.

computadora, organizar los archivos en diversos dispositivos de almacenamiento, y administrar los errores del hardware. En consecuencia, controla los diferentes procesos de la computadora, y facilita la interpretación de los comandos que permiten a los usuarios comunicarse con la computadora.

La ***industria de software*** *es una actividad que mediante instrucciones codificadas procesa y transforma insumos del conocimiento y de la información en nueva información.* En otras palabras, se trata de la programación de un conjunto de instrucciones muy diversas a fin de manipular, controlar y dirigir el flujo de información.

El software se basa en el desarrollo de la investigación básica y corresponde al segmento de actividades dominadas por el cambio técnico no incorporado. Requiere la compatibilización del mismo con el hardware. Es en este sentido una actividad dependiente, complementaria del hardware. La tecnología electrónica compleja de este último establece límites para el desarrollo del software.

El software es un bien intangible que existe sin base material y sus productos se pueden reproducir en forma ilimitada. Es un componente del denominado capital intangible. Su capital físico no es relevante, lo que ha llevado a definir a esta industria como *mano de obra intensiva.* La calificación de la industria del software como mano de obra intensiva es errónea, dado que una parte sustancial de la misma es altamente calificada, y forma parte del capital en un sentido amplio: capital tangible más intangible. Es por lo tanto una industria *capital intensivo.* Cabe destacar que la importancia del capital intangible es una ventaja para países subdesarrollados que poseen una dotación relevante de recursos humanos, tal como ocurre en la India, cuya producción y exportación de software crece aceleradamente. Algo similar sucede en la Argentina.

La industria del software es una actividad dominada por los *rendimientos crecientes dinámicos* y las *externalidades de red* (la mayor demanda en el mercado favorece la reducción de costos). Se trata, además, de un proceso no repetitivo, no estandarizable y en el que predomina el *aprendizaje por el uso*: la vida útil del software y sus funciones sólo se conocen a través de su uso efectivo.

Con relación a la naturaleza industrial de las actividades de *software*, su núcleo productivo se basa esencialmente en el *procesamiento* y *transformación* de materias primas intangibles: información y conocimiento. Su soporte material (computadoras, periféricos y en particular la industria de telecomunicaciones) facilitan el almacenamiento y transmisión de la información. En el presente trabajo se excluye, como se señala más arriba la industria de telecomunicaciones por no se ser un sector productor de bienes de tecnología avanzada. Desde el punto de vista del concepto de filiére que eslabona actividades relacionadas, sí corresponde incorporar las telecomunicaciones a la filiére de industrias de tecnología de la información.

La actividad del software demanda una intensa relación con los usuarios. Aquí opera como se ha señalado, el aprendizaje por el uso. Los errores y mejoras sugeridos por los usuarios son fáciles de atender por la inmaterialidad del bien y el bajo costo de las correcciones. Las mejoras pueden llevarse a cabo con el mismo tipo de hardware. Además su

composición es modular, separable, por lo que todo cambio técnico es incremental y flexible.

La industria de software comprende dos grandes líneas. *Una*, es el *software de aplicaciones* (algoritmos matemáticos, modelización) que son numerosos, diversos y demandados en forma creciente en todas las ramas de la actividad económica. *Dos*, el *software de sistemas*. Son los sistemas operativos, compiladores, que tienen por objeto controlar las operaciones de la computadora que no están ligadas directamente con los usuarios. Los lenguajes de programación son operativos mediante sistemas especiales de software: traductores de lenguajes o compiladores que convierten frases en códigos de las máquinas. Los lenguajes de aplicaciones de alto nivel, como el FORTRAN, aparecen en forma completa; en cambio el sistema operativo se caracteriza por la innovación incremental, que permite realizar un número creciente de funciones.

Los paquetes de software estándar permiten su venta a usuarios, independientemente del hardware que los usuarios disponen. Con el paquete se accede a más usuarios, favoreciendo la baja de costos. Es en este sentido, una externalidad de red. Contiene el paquete diversos bienes que satisfacen a mayor cantidad de usuarios, cuya utilidad se incrementa al aumentar el número de los restantes usuarios. Surgen externalidades de consumo.

La elevada complementariedad del hardware con el software, el mayor uso de computadoras y de componentes asociados incrementa el software de aplicaciones.

El *sistema operativo*, el otro componente esencial, junto con el microprocesador, en la fabricación del computador personal, es la interfase entre los componente de hardware y el lenguaje lógico que procesa la información. Se nacimiento coincide con la necesidad de la empresa IBM, que construye el primer computador personal, de disponer de un sistema operativo. Se separa así la actividad del software del hardware. También se independiza la fabricación de la unidad central de proceso del software que demanda. IBM contrata la elaboración del software a una pequeña empresa de Seattle, Microsoft. Esta empresa compra en 1975 un sistema operativo que será la base de la construcción del denominado MS-DOS (Microsoft Disk Operating System). Desde el punto de vista del mercado de tecnología este sistema supera al proporcionado por Apple, al ser expandible, flexible y modificable. Se dispone de más velocidad y memoria. La retroalimentación positiva hardware-software profundiza el desarrollo innovador de estas industrias. Se inicia un control del mercado por desplazamiento de la competencia, y las conocidas irreversibilidades que desatan la competencia tecnológica, ligado a un proceso schumpeteriano de destrucción creativa hacia el interior de la empresa Microsoft. Las sucesivas modificaciones del denominado sistema operativo Windows que suplanta al original y el aprovechamiento intensivo de Internet, a través del navegador Explorer, posicionan a la empresa como líder en un mercado imperfecto que enfrenta en la actualidad complejas decisiones del sistema jurídico americano.

En la industria del software, el desarrollo del sistema operativo en el mercado, permite repartir sus costos entre más usuarios. Además, la expansión de la *red de usuarios* acelera el aprovechamiento de las *externalidades de red*: cuando mayor es la porción del mercado, mayor es la probabilidad de que los productos se *estandaricen*, siendo más valiosos para los consumidores. Este hecho estilizado se conoce como la ley de Robert

Metcalfe, que señala que cuando más gente usa una red mayor es su valor. A medida que la conexión aumenta, la conectividad crece exponencialmente. Alcanzado cierto nivel crítico, el valor de la red es superior a su costo lo que impulsa a más usuarios a incorporarse a la red. En las redes de telecomunicaciones, las economías de escala (impulsan la creación de redes muy extensas) y las economías de variedad (se ofrecen servicios diversos), impulsan la baja de costos para cada línea adicional y por cada suscriptor. Los rendimientos crecientes dominan en este mercado.

La *complementaridad* entre los distintos componentes tiene profundas implicancias estratégicas en esta actividad. No sólo porque induce la demanda de ciertos componentes estratégicos (sistema operativo), sino alienta estrategias de precios no comunes en los mercados de bienes. En este caso, se ofrecen los componentes y paquetes de aplicaciones a bajo precio o libremente, a fin de tomar un segmento importante del mercado destinado a consolidar futuros beneficios.

La industria del software se desprende de la industria de computadoras personales, y sirve a propósitos generales (contabilidad, base de datos, servidores, administración, comercio on line, internet, microcomputadoras, etc.). La externalización de actividades por parte de las corporaciones facilita el desarrollo de industrias de software. El comienzo de la actividad mediante organizaciones precarias y de escasa disponibilidad de capital, mejoran en el tiempo mediante el aporte del capital de riesgo. La elevada especialización de estas actividades y la expansión acelerada de los mercados demandan organizaciones en las que predominan nuevas corporaciones. La especialización en paquete de productos se expande bajo la modalidad de venta de paquetes de software que por razones de costos son adquiridos por las corporaciones. Otra característica es que los clientes que aprenden un programa determinado, por razones de tiempo y costo continúan con la misma empresa proveedora del producto: se aprende más fácil los programas modificados. Cabe señalar que como se trata de una actividad dominada por el *aprendizaje por el uso*, los clientes institucionales e individuales aportan información relevante en el desarrollo de la industria del software.

Cabe citar, entre los desarrollos combinados de las industrias del hardware-software, los avances de la inteligencia artificial, los sistemas expertos, la visualización de objetos antes de su existencia material (CAD) que ahorra materiales y mano de obra, el uso intensivo de los robots que emplean componentes de la microelectrónica, la transformación en la calidad de los objetos, la utilización creciente de sensores y el desarrollo de objetos denominados inteligentes. A su vez, la industria de telecomunicaciones es un usuario intensivo de los diversos materiales y productos que desarrolla la industria de la tecnología de la información.

Una característica relevante de esta actividad industrial es su localización simultánea en distintos lugares (*localización múltiple*) para desarrollar la misma tarea.

El avance de la industria de software es incesante. Las innovaciones continuas en chips, lenguajes, impresoras, programas, etc., llega en la actualidad a transformar modelos sobre objetos físicos creados en software en otros modelos, mediante impresoras especiales tridimensionales que generan cuerpos sólidos, en los que se utilizan materiales diversos: metal, plástico, silicio, cerámicas

Un aspecto que cobra cada vez mayor relevancia en las actividades de software es la piratería de los programas mediante apropiación ilegal de los mismos. A ello se suma otro aspecto perjudicial para las empresas nacionales de software. Se trata de la preferencia del sector público por los productos que ofrecen las empresas multinacionales, injustificada en términos de la responsabilidad empresarial y calidad de los productos que ofrecen las empresas nacionales. Esto constituye una fuente importante de corrupción, que en países como Argentina se agrava porque en el sector público se opera en áreas muy sensibles. Es por ello que, en particular en los países subdesarrollados, se privilegia el *desarrollo local* de la industria de software, y se priorizan los contratos con empresas locales por tratarse de información confidencial para gobiernos e instituciones empresarias.

Las empresas de software incrementan sus ventas en USA, entre 1990-2000, a una tasa media anual del 25-30%. Se intensifica en ese período el desarrollo de software de planificación de recursos empresarios, junto con software de planificación de suministros básicos. La expansión de estas actividades en trabajos administrativos y oficinas alcanza un elevado porcentaje del valor agregado de los servicios en el mundo desarrollado, con un fuerte impacto futuro en la productividad, en la medida que los servicios se automaticen. Ello se verá favorecido con la expansión de la multimedia que incluya voz, video y animación, lo que facilitará las comunicaciones. En la República Argentina la expansión de estas actividades es sostenida, pero sus valores de producción, empleo y exportación son todavía bajos.

A la creciente importancia del desarrollo del software contribuye Internet.

Internet se origina en demandas del sistema de defensa de USA y de los investigadores que operan en el campo de la computación científica. Hacia 1962, se inician en el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) trabajos tendientes a conectar a los ciudadanos. Un profesor del MIT, Kleinrock presentó una tesis en 1962, sobre teoría de las comunicaciones en redes de datos, lo que facilitó múltiples alternativas de comunicación. Asimismo, Lawrence Roberts lidera el equipo del proyecto ARPA (Advanced Research Proyect Agency) del Departamento de Estado que en los 60 demandó una red de redes. En 1966 se crea Arpanet, red militar que es la base de Internet. Al separarse en 1983, las aplicaciones militares de las civiles nace Internet. Un impulso relevante en la red de redes ocurre cuando en 1992, el computador científico Tim Barnes-Lee crea la *world wide web* (WWW) que facilita la transferencia de información, asociado a los *lenguajes* HTML y el URU que referencia direcciones. A ello sigue los programas de navegación para que la red funcione. El correo electrónico y la conversación (chat) se asocian a este revolucionario medio de comunicación.

Se conforma así una red mundial que conecta computadoras y otros artefactos para comunicar diferentes tipos de información. Se compone de infraestructura de *hardware* y de *software,* y de *contenidos*. La demanda de contenidos a nivel institucional crece rápidamente. Actividades públicas y privadas, empresariales y de investigación demandan más información y constituyen mercados on line para concretar transacciones. Los consumidores individuales demandan más información y el suministro de servicios por la red.

La industria se beneficia con el avance de la banda ancha que acentúa la reducción de costos, facilita más opciones para acceder a Internet, y tiene más rapidez para transmitir datos.

El desarrollo de las empresas de Internet se entorpece por la acción de la especulación. Se generó una burbuja en el mercado de capitales la que colapsó, en buena medida, por la ausencia de rendimientos de corto plazo de las empresas de Internet. Se vuelve inconsistente la *relación* valor de mercado de las acciones/rentabilidad empresarial. Debe señalarse que a esta situación también han contribuido las imprecisiones en la definición de contenidos ofrecidos. No obstante, se esperan mayores desarrollos en el futuro, tanto en los sistemas de pago como en la construcción de un mercado clientelizado.

En consecuencia, Internet, como herramienta que revoluciona el manejo de la información, cobrará en el futuro aún mayor relevancia en los campos de actividad científico-tecnológica, comercial y de las telecomunicaciones. Además, la transmisión de información y las transacciones económicas internacionales tiene actualmente enorme importancia jurídica y económica al generar hechos nuevos, tanto respecto a derechos como al cómputo de las actividades económicas.

1.3. MATERIALES AVANZADOS

Los materiales avanzados se obtienen a partir de la detección y manipulación de las propiedades de la microestructura (dominio estructural de átomos y moléculas de los materiales) para crear nuevos y mejores materiales.

Los materiales avanzados acorde a Lastres[17] son aquellos materiales que se identifican por su pureza, rendimiento técnico elevado, contenido de información, y diversidad de funciones. La *razón:* Investigación y Desarrollo/Ventas oscila entre el 5 y 10%, índice similar al de otras industrias de tecnología avanzada. Lastres señala que la denominación de materiales avanzados se ajusta mejor al hecho de que son derivados de materiales tradicionales, sustancialmente mejorados o son nuevos bienes. La totalidad de bienes que comprende tiene límites imprecisos.

Mari[18] centra la definición de los materiales avanzados en su significación tecnológica. Los materiales avanzados son objetos resultantes de la mezcla de sustancias, a partir de procesos industriales-tecnológicos. En consecuencia, los materiales avanzados se basan en el conocimiento científico, técnico, empírico, y en especificaciones de los medios de producción que permiten fabricar materiales de todo tipo. La distinción más importante, según el autor, con relación a los materiales tradicionales, se relaciona con la aplicación del método científico[19]. Referente a los eslabonamientos que se desarrollan entre los sectores productivos, Mari[20] lo analiza al tratar la

[17] LASTRES, Helena M. M., *The advanced materials revolution and the Japanese system of innovation*, St. Martin's Press, 1994.

[18] MARI, Eduardo, *La tecnología de los materiales. Su importancia en el desarrollo industrial argentino*, Argentina Tecnológica, Nº6, Mayo de 1987, 3-8.

[19] MARI, Eduardo, *Los llamados nuevos materiales: su impacto sobre nuestro desarrollo industrial y nuestra economía*, Jornadas Metalúrgicas, SAM, Buenos Aires, 1989.

[20] MARI, Eduardo, *Tendencia a nivel mundial y prospectiva para la Argentina*, Nº5, Materiales, Buenos Aires, Junio de 1997.

ligadura minerales-materiales. En este proceso, el rezago de Argentina es notable, sea en el terreno de la exportación de materias primas, como en el de elaboración de materiales avanzados. Con ello se desaprovecha el valor de las materias primas minerales y del conocimiento instalados en la Argentina.

Se destacan dos aspectos relevantes en el desarrollo de los materiales avanzados.

Uno, los materiales avanzados que surgen de las investigaciones básica, aplicada y del desarrollo tecnológico, se caracterizan por su diversidad, expansión múltiple, y por su fuerte interacción con otras industrias de tecnología avanzada. La denominada ciencia de los materiales se forma con la fusión de diversas disciplinas: física, química, matemática, biología, electrónica, computación, metalurgia. Similar a la biotecnología es una disciplina multidisciplinaria, y en consecuencia, la fertilización cruzada es uno de los aspectos relevantes en la investigación y desarrollo de los materiales avanzados. Las investigaciones aplicadas son inducidas, en buena medida, por las diversas y nuevas ramas de la producción, en la que los materiales avanzados son esenciales en términos de reducción de costos y mejoras en la calidad de los bienes que contienen tales materiales.

Dos, desde el punto de vista de la demanda forma parte de la llamada demanda intermedia; en ningún caso son bienes finales. Se trata de *bienes intermedios* que son insumos relevantes en las diversas actividades productivas, en particular en las industrias de tecnología avanzada, bienes de capital y la construcción. Agregan valor a los procesos y bienes existentes o nuevos. Corresponde señalar que al ser insumos intermedios forman parte de otros sectores de las industrias de tecnología avanzada. A título de ejemplo, el silicio es un material avanzado que en la industria del chip es un insumo esencial. A su vez, los chips son insumos para la industria de las computadoras, componentes eléctricos, artefactos usados en medicina, etc. Lo mismo ocurre con los lásers y los sensores que se integran a otros bienes. Las propiedades especiales de los materiales avanzados: desmaterialización, pureza, flexibilidad, diversidad, maleabilidad, livianos y compactos, y la diversidad de funciones, determinan fuertes cambios en la demanda intermedia. En todas las industrias es intensa la sustitución de materiales: en el automotor, los plásticos reemplazan al acero; en las telecomunicaciones, la fibra óptica al cobre. La difusión de los materiales avanzados y su importancia se hallan ausentes, en forma directa, en los mercados de bienes finales. El consumidor final los detecta por su carácter estratégico, al ser componentes de bienes finales de masiva difusión.

La irrupción masiva de los materiales avanzados en el campo de la actividad económica se intensifica desde 1970, acrecentándose las variedades y el rango de aplicaciones económicas. Se evoluciona de los materiales tradicionales: mineral de hierro, aluminio, níquel, plomo, zinc, cobre, estaño, que son las 3/4 partes de todos los materiales que se conocían y usaban, a un centenar de materiales avanzados. Según Lastres en la década del 70 colapsa el sistema técnico basado en las materias primas convencionales y las fuentes económicas de la energía. Se modifica, entonces, la *localización* de los materiales. Los tradicionales, como se sabe, se ubican mayoritariamente en el mundo subdesarrollado, fuente de ingresos de divisas, aunque con fuerte deterioro de los términos de intercambio. En cambio, la mayoría de los materiales avanzados resultantes de la actual revolución científico-tecnológica, se generan en los países desarrollados. En este caso se revalorizan los

términos del intercambio en los países centrales, en tanto que la periferia aumenta sus relaciones de dependencia.

Lastres y Mari clasifican los materiales avanzados en forma similar a como lo hace Japón, país relevante en el terreno de la investigación y de la innovación en materiales avanzados.

Tal clasificación comprende:

- nuevos polímeros: sólidos orgánicos;
- cerámica avanzada: sólidos inorgánicos, no metálicos;
- nuevos materiales metálicos: metales y aleaciones;
- materiales compuestos: mezcla de sólidos.

Cada uno de estos tipos comprende materiales específicos (muchos materiales resultan de la combinación de familia de materiales) que evolucionan con una elevada tasa de crecimiento, bajos precios, mejor calidad, incremento de la diversidad de *funciones* y de *aplicaciones* en diferentes ramas económicas. Ello acelera la sustitución de los materiales tradicionales. Se caracterizan, además, porque se trata de *innovaciones radicales* empujadas por los desarrollos científico-técnicos, e *innovaciones incrementales* que son detectadas por la demanda.

La diversidad de *funciones*: mecánica, termal, eléctrica, magnética, óptica, química, biológica, extiende el uso de los materiales avanzados a la computación, biotecnología, energía, salud, superconductores, optoelectrónica, motores, satélites, aviación, vivienda, medio ambiente, etc.

A título de ejemplo se citan los siguientes materiales específicos: tungsteno, titanio, silicio, berilio, circonio, vanadio, tantalio, plutonio, uranio, grafito, que son, a su vez materia prima para desarrollar otros materiales avanzados. Entre éstos los radioisótopos, cerámica electrónica, materiales ópticos, superconductores de alta temperatura, láser, fibra óptica, sensores, material fotovoltaico, biosensores, órganos artificiales, prótesis faciales, ortopedia, productos cardiovasculares, etc.

En función de la clasificación antes citada, se destacan los siguientes materiales avanzados:

- Los *plásticos* que se desarrollan sobre la base de su capacidad de respuesta contra la corrosión, resistencia a las agresiones químicas. Su buena resistencia química compite con el vidrio en aplicaciones médicas. Tiene, además, propiedades de conductividad eléctrica que habilita para la construcción de baterías de plástico y su utilización en superconductividad.

- La *fibra óptica,* en cuyo desarrollo interviene el láser, otro material avanzado de múltiples utilizaciones (son demandados para diversos usos, entre ello el corte de metales, en la medicina, en la mecánica dental, y en la fabricación de misiles, etc.), se inicia hacia 1970. Es un ejemplo de fertilización cruzada intensa. Se inicia en la *industria del vidrio,* siendo una fibra frágil y de rápida pérdida de información. Su desarrollo en Japón cuenta con la participación de otras industrias. La *industria de cables* aporta la solución a la fragilidad mediante el revestimiento de la fibra. La *industria* de *telecomunicaciones* supera la pérdida de transmisión con longitudes de onda

superiores a las usuales. El MITI (Ministry of International Trade and Industry) materializa esta innovación radical que cambia drásticamente la capacidad y velocidad de transmisión de la información. A tal fin, el MITI interesa a sectores de la *industria eléctrica* y del *esparcimiento* para desarrollar un proyecto experimental de uso de la fibra óptica como nuevo medio comunicacional. La acción conjunta de investigadores y diversos sectores de la industria aceleran el desarrollo de la innovación, al tiempo que se reduce la inercia motorizada por barreras institucionales y sociales. La nueva tecnología de transmisión de datos basada en fibras flexibles y filiformes de vidrio o plástico, en la que viajan luces de origen láser, transmite gran cantidad de información simultáneamente: audio, imagen, texto.

- La *cerámica avanzada*, entre sus múltiples usos se destaca el aporte de la misma a la *superconductividad.* En las investigaciones sobre superconductividad, se pasa de un tipo de material semiconductor a baja temperatura, a otro material superconductor a alta temperatura, lo cual reduce los costos de operación. Este cambio estratégico en las investigaciones constituye un giro dramático en los estudios y desarrollo de actividades fabriles sobre superconductividad. Señala Lastres que hasta 1986, la superconductividad era sólo observada en aleaciones metálicas enfriadas a muy bajas temperaturas. Las posibilidades de la superconductividad de alta temperatura se conocía en IBM, pero no era prioridad de la empresa. En 1987, dos investigadores de IBM, instalados en Zurich, dan a conocer resultados revolucionarios. Muller y Bednorz que obtienen el premio Nobel de Física por estas investigaciones, utilizan para tal fin, un compuesto de óxido de lantano-bario-cobre. Los resultados que se logren, en adelante, en superconductividad serán esenciales para usuarios en el campo de la computación, electricidad, electrónica, biomedicina y transporte. Los materiales cerámicos emergen así, como una nueva actividad industrial en un campo con escasa competitividad internacional. Los resultados alcanzados obligan a fuertes cambios en la estrategia de desarrollo de materiales avanzados en USA, y en particular en Japón. Este país reconvierte sus investigaciones en todos los niveles y se compromete financieramente con las empresas industriales para liderar el avance tecnológico e industrial. Cabe señalar que hacia 1987, se alcanzan resultados relevantes tanto en el ámbito de la investigación básica y experimental en el Instituto Balseiro, como en el desarrollo de cerámica avanzada en INVAP, no obstante la falta de interés del Estado y la escasez de recursos públicos, en particular en la década del 90. A ello se liga el errático desarrollo industrial en el que predomina una fuerte desindustrialización que conspira contra la evolución de las actividades señaladas. Los factores de genuina competitividad se resienten aún más.

- El *uranio* es un metal que se utiliza como combustible en los reactores nucleares. La obtención de energía a partir del *uranio natural* requiere la utilización de agua pesada, la cual tiene un costo elevado. La CNEA produce agua pesada en su planta de Arroyito (Neuquen). También es posible la obtención de energía a partir del uranio enriquecido, utilizándose simplemente con agua liviana. El uranio enriquecido puede ser obtenido mediante diferentes alternativas tecnológicas. El enriquecimiento aporta mayor proporción de uranio 235, material crítico para la producción de la fisión nuclear. Argentina forma parte de un conjunto de países: USA, Francia, Alemania, RU, China, Rusia y Japón, que producen y avanzan en las investigaciones sobre ambos tipos de uranio. Actualmente, Argentina, es productor de uranio natural, parte del cual lo utiliza como combustible en la

central nuclear de Embalse (provincia de Córdoba); en tanto Argentina importa el uranio enriquecido para la central nuclear de Atucha I (provincia de Buenos Aires). Con relación al uranio enriquecido, la Argentina ha desarrollado nuevas tecnologías (separación isotópica gaseosa por métodos avanzados –SIGMA--) en el Centro Atómico Bariloche de la Comisión de Energía Atómica. Se innova con una tecnología que permite obtener uranio enriquecido a bajo costo. No obstante estos avances científico-tecnológicos, el bajo nivel industrial de la Argentina impide una producción de escala local satisfactoria, y el país debe importar este tipo de uranio. A ello se liga la presión internacional para evitar que la Argentina resulte un fuerte competidor.

- Los *materiales inteligentes* mimetizan procesos humanos (aprenden, escuchan, huelen, gustan). La nariz y la lengua electrónica son sensores cuyas actividades son tomadas por cámaras digitales que siguen la acción. Los sensores inteligentes que se usan en la construcción y en diversos sectores de la industria conforman un proceso que mezcla lo orgánico con lo inorgánico, lo que permite realizar distintas actividades específicas del humano, incluso la de recordar para modificar la actividad, o cambiar su forma o tamaño. Estas ventajas son utilizadas en forma creciente en diversas áreas de la medicina.

- Los *materiales compuestos* resultan de la combinación de propiedades no reveladas en los materiales tradicionales[21]. La combinación de materiales tiene antecedentes remotos. Las combinaciones de los llamados materiales compuestos ligan un material de *refuerzo* que es resistente (fibras como polímeros, fibras de vidrio, etc.) con una *matriz* (material maleable: cerámicos, metales, resinas, etc.) a fin de cohesionar las partes, transmitir y repartir tensiones. Un tercer material asegura la unión del material de refuerzo con el material maleable. Las características del nuevo material no se optimizan, sino que se trata de dominar sus propiedades para alcanzar eficacia técnica en el desarrollo de nuevos bienes.

El desarrollo de los materiales compuestos se basa en la sustitución progresiva de nuevas piezas, paso a paso. Se integran nuevas piezas que simplifican funciones y reducen las fases productivas al desaparecer operaciones de ensamble. Este proceso de interacción de materiales y estructuras refuerza la interacción con la información, material intangible que se transforma en solución conceptual. Esta lógica productiva favorece la acumulación de conocimientos complejos y evolutivos, torna dinámico el aprendizaje y reduce componentes en los sistemas. La complejidad de los conocimientos se debe a la fusión de especialidades teóricas que favorecen las actividades multidisciplinarias y la cooperación entre laboratorios, universidades y empresas. La evolución de los conocimientos es empujada por la diversidad e inestabilidad de especificaciones de la demanda de bienes. Con relación al aprendizaje domina el llamado *aprendizaje por el uso,* mediante el cual se acumulan conocimientos científicos y técnicos. Los materiales compuestos conforman un campo de actividad, que por las características está expuesto a una rápida obsolescencia de sus componentes. Ello demanda una fuerte cooperación y la presencia de equipos multidisciplinarios. En este sentido las investigaciones concertadas facilitan el rápido ajuste de la producción a las cambiantes necesidades de la demanda de bienes intermedios. Su difusión se acelera en la década de los 80 al expandirse los campos de aplicación de tales materiales. Tienen la capacidad de ofrecer

[21] WILLINGER, Marc, *La diffusion des matériaux composites dans les systèmes complexes et l'intensification des relations inter-industrielles*, Revue D'Économie Industrialle, N°49, tercer trimestre, París, 1989, 51-64.

propiedades a *medida* (intensifican las relaciones proveedores-clientes en la definición de nuevos bienes, al tiempo que inciden en la transformación de las estructuras industriales).

Los materiales avanzados se encuadran en el ámbito de las tecnologías genéricas, junto con la biotecnología, la tecnología de la información, la actividad nuclear y aeroespacial. Se caracterizan por la naturaleza continua de sus innovaciones, la fertilización cruzada y la diversidad de usos. Desarrollan técnicas de *miniaturización*, aspecto central de la desmaterialización de procesos y bienes que caracterizan a las principales industrias de la actual revolución científica-tecnológica. Ello contribuye a reducir los costos y el volumen de participación de los materiales en la producción de bienes.

Los materiales avanzados aportan un alto valor agregado al proceso productivo, sus aplicaciones son especializadas, y tienen una creciente participación en el mercado mundial de bienes intermedios. Es un campo de creciente complejidad con drásticas modificaciones en la oferta de los materiales. Respecto de la demanda es liderada por las industrias de tecnología avanzada y las industrias medio-alta de tecnología avanzada (petroquímica, siderúrgica, transporte, máquinas eléctricas, etc.), usuarios que intensifican su uso. Los materiales avanzados por su flexibilidad y requerimientos de información intensiva, inducen una demanda en la predomina las preferencias por la diversificación de bienes. El cliente interviene activamente en los desarrollos tecnológicos. Además se producen, junto con bienes a los que se integran, en el mismo lugar y tiempo. Ello aumenta la integración y cooperación de actividades diversas.

1.4. ACTIVIDAD NUCLEAR

La diversidad de fuentes de energía se acentúa con la actual revolución científico-tecnológica. Las fuentes tradicionales de energía, en particular el petróleo, la energía térmica e hidroeléctrica aportaban, en los países desarrollados, casi la totalidad de la energía eléctrica suministrada a las naciones. Lentamente se impone una nueva estrategia para el suministro de energía: la adopción de soluciones múltiples acorde con situaciones y exigencias especiales. Los problemas originados con el suministro de petróleo por parte de las empresas multinacionales, y de los países productores del mismo que controlan reservas y precios, aceleran la búsqueda de soluciones innovadoras. Las investigaciones sobre fuentes alternativas encuentran su mayor desarrollo en la generación de energía nuclear.

La **energía nuclear** se basa en los desarrollos teóricos y tecnológicos de la física desde mediados del siglo XX.

El tratamiento de la materia (a escala nuclear) mediante la tecnología de la fisión nuclear descompone el núcleo atómico lo que genera una reacción en cadena, fuerza que se transforma en energía.

La energía nuclear se origina, entonces en la formación o tensión de

cadenas entre partículas nucleares, protones y neutrones. La característica principal es que dos o más componentes que se atraen forman la cadena, sea el proceso químico, eléctrico o nuclear. Conceptualmente la materia no se convierte en energía como se señalaba en términos coloquiales[22]. La cadena nuclear de energía es sólo energía. Cuando se libera energía, también se libera masa.

Las reacciones nucleares que liberan energía tienen dos variantes, fisión y fusión. Si se dan las condiciones, la fusión consiste en la unión de dos núcleos, con liberación de energía. Esta alternativa no es actualmente rentable. La fisión de un núcleo produce luego de su división dos o más núcleos menores, y algunos nucleones (neutrones y protones). La energía nuclear utilizada actualmente se debe sólo a reacciones de fisión, las cuales son inducidas por neutrones que fueron producto de otras fisiones. El uranio sometido a fisión en el 99,3% es radioactivo (Uranio 238). El 0,07% del uranio es el isótopo que conduce a la fisión efectiva (uranio 235). Éste se fisiona en dos núcleos menores, a fin de obtener de la reacción en cadena, energía nuclear.

El *reactor nuclear* es el horno que alimentado con el combustible, uranio, calienta el agua. En él se produce la fisión de núcleos de uranio inducida por la absorción de neutrones. Se obtiene una energía limpia, confiable, no contaminante, excepto sus residuos radioactivos que tardan años en perder su actividad. La energía nuclear transformada en electricidad adquiere creciente relevancia. La producción mundial de reactores nucleares alcanza a 438 centrales, que aportan el 17% del total de la energía eléctrica. En la Argentina existen dos reactores en funcionamiento y uno no terminado. Aportan el 11% del total de la electricidad producida anualmente. La energía térmica (quema de combustibles sólidos contaminantes) participa con el 59%, la hidráulica (las aguas de una represa mueven las turbinas que generan energía), el 29% y el 1% restante, corresponde a otras tecnologías. La actividad nuclear, además de generar energía se expande a otras actividades. Contribuye al desarrollo de los vehículos espaciales, submarinos, automóviles, armamento, salud, agro, minería, industria, y también es utilizada en el desarrollo de las ciencias básicas. A su vez, promueve investigaciones sobre superconductividad, radiaciones, desalinización de agua salada, utilización de láseres y computadoras.

Este tipo de industria es de lenta maduración, tiene costos fijos altos, que demandan elevados patrones de performance técnica. La organización empresarial es flexible, preferentemente por proyectos y demanda un fuerte apoyo del Estado, en los campos de la investigación básica, aplicada, desarrollo tecnológico y producción industrial. Un aspecto central es la relación costos-performance y los aspectos institucionales y ambientales en que opera esta relación. Rosenberg y colaboradores[23] destacan ciertos aspectos que conspiran contra el desarrollo de la actividad nuclear. Los altos costos de investigación y desarrollo y de producción industrial obligan a la búsqueda de elevados índices de performance técnica y económica, tales como: intensidad de las innovaciones, tasa de crecimiento de los productos, de la productividad y de las exportaciones. Las fallas en el control de costos encarece los productos en el mercado y expone a fallas financieras. Los

[22] SCHEIDER, Walter, *A serious but not ponderous book about nuclear energy*, Cavendish Press Ann Arbor, 2001.

[23] ROSENBERG, Nathan, *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University press, Cambridge, 1982, p. 179.

alcances económicos se reducen, y entran en conflicto las medidas de seguridad pública y la búsqueda de mejores resultados a costa de mayor riesgo. Similar problema enfrenta el desarrollo de la energía solar.

Un aspecto crítico para el desarrollo de la energía nuclear es la contaminación ambiental y el desarrollo de enfermedades mortales y deformaciones que pueden sufrir los habitantes de una región con elevada radioactividad. Ello es el resultado de fallas en las centrales nucleares y en el tratamiento y remisión final de desechos radioactivos que deben almacenarse con el máximo de seguridad por más de 100 años. La necesidad de dar más eficiencia y seguridad a la producción de energía nuclear impulsa el desarrollo de nuevos materiales que mejoren la resistencia de los materiales estructurales de los reactores, mejores sistemas de control a través de sensores, y mejoras en la recuperación de residuos. Un aporte significativo para la reducción de riesgos de contaminación, ligado al uso económico de la energía para el consumo y actividades industriales, es el proyecto CAREM desarrollado en INVAP, empresa de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la provincia de Río Negro. El bajo costo de adquisición (la infraestructura de soporte es mínima comparada con las centrales nucleares convencionales), la generación de energía eléctrica para áreas urbanas de sólo 100.000 habitantes y las ventajas de mayor seguridad que reduce los riesgos de contaminación, convierte a estas pequeñas centrales nucleares en un proyecto innovador (en tamaño y técnicamente, intrínsicamente seguro), y competitivo, lo que facilita su exportación, en particular, a los países subdesarrollados. Está diseñado para funcionar con uranio enriquecido y agua liviana, factor importante que podría ampliar las posibilidades de explotación comercial del uranio enriquecido. Como se ha señalado, la complementariedad en las innovaciones acelera la difusión de las mismas, con un elevado efecto multiplicador que se traduce en nuevas actividades e investigaciones, en buena medida no previstas por el núcleo original innovador. Los informes técnicos internacionales destacan la calidad del diseño y las ventajas económicas de desarrollar la fase prototipo previa al desarrollo industrial del mismo. Las restricciones que encuentran estas innovaciones, como la de cerámicos avanzados, eficiente para el desarrollo de la superconductividad, es la resistencia de los países desarrollados que producen bienes competitivos.

La importancia del desarrollo de la actividad nuclear en la Argentina está dada por la evolución de la Comisión de Energía Atómica (CNEA) creada en 1950. La Comisión Nacional de Energía Atómica es un emprendimiento líder en América Latina, centrado en el desarrollo y producción de nucleoelectricidad y de materiales avanzados. Las actividades de la CNEA son numerosas y diversas. Las actividades *académicas* más relevantes se concentran en dos escuelas reconocidas internacionalmente: El Instituto Balseiro (física teórica y experimental e ingeniería nuclear) que depende institucionalmente de la Universidad de Cuyo, y el Instituto Jorge Sábato (materiales) que depende institucionalmente de la Universidad Nacional de General San Martín. Las actividades de *investigación* y *desarrollo* se concentran en tres centros atómicos: San Carlos de Bariloche, Ezeiza y Constituyentes. Con base en los desarrollos académicos y de investigación y desarrollo se potencian las actividades *productivas* que multiplican los efectos sinérgicos de la estratégica relación que lleva adelante CNEA: conocimientos-actividades productivas. Se impulsa así el desarrollo de tres centrales nucleares, dos de ellas en operación, generadoras de electricidad; la

exportación de radioisótopos con fines medicinales, industriales, agrícola-ganaderos, tratamiento de alimentos, de efluentes y esterilización de material quirúrgico. El cobalto 60 es utilizado en la cura del cáncer, al tiempo que se producen otros radioisótopos, esenciales para la producción de radiofármacos. A ello se agrega el desarrollo de la medicina nuclear tendiente a expandir la localización de hospitales de alta complejidad. A través de procesos tipo *spin-offs*, la CNEA desarrolla una empresa tecnológica destinada a exportar tecnología nuclear, INVAP (Investigaciones Aplicadas Sociedad de Estado) asociada con el gobierno de Río Negro. Esta empresa produce reactores nucleares de investigación, cuatro de ellos exportados en los últimos años, satélites, cerámicos avanzados, instrumental médico y científico, etc. Tres empresas asociadas con CNEA desarrollan el *ciclo de combustibles*. Aportan investigación y desarrollo, en particular sobre energías alternativas, generan nuevos productos como tubos de titanio, prestan servicios a las centrales nucleares, y realizan capacitación. Cabe señalar que en el campo de los combustibles, el desarrollo a partir del uranio natural y del uranio enriquecido, así como las nuevas combinaciones de combustibles se han alcanzado resultados relevantes. Además, con cada nueva combinación se tiene una nueva tecnología que se *complementa* con innovadores desarrollos tecnológicos en la metalurgia. Todo ello abre el camino para el desarrollo de nuevas industrias. Como se ha señalado en el apartado materiales avanzados, la producción de uranio natural y enriquecido y la fabricación de agua pesada en la empresa ENSI a cargo de la CNEA y la provincia de Neuquen, es otro de los desarrollos relevantes. Además, bajo la estrategia spin-offs, surgen unas veinte empresas y cerca de 10 proyectos que avanzan en el campo de la producción industrial de materiales avanzados. Estas empresas han sido creadas, en su mayoría, por ex personal científico-técnico de la CNEA.

El conjunto de empresas liderada por la CNEA producen: centrales nucleares de investigación, energía nuclear, dióxido de uranio, combustible nuclear, agua pesada, uranio enriquecido, berilio, titanio, cobalto 60, medicina nuclear, radiofármacos, radioisótopos, cerámicos avanzados, irradiación modular e industrial, paneles solares, satélites.

Otras fuentes de obtención de energía son el empleo de sustancias orgánicas para producir gas o alcohol. Mediante fotosíntesis, la energía del sol se transforma en energía química que se almacena en plantas y cultivos. Cuando los residuos agrícolas y el estiércol se degradan, liberan un gas con mucha energía, energía de biomasa. Otras fuentes potenciales de energía son la de los mares y la energía eólica. Asimismo el desarrollo de la biotecnología contribuye a la generación de nuevas fuentes de energía, como es la obtención de madera de crecimiento rápido.

La ***energía solar*** adquiere importancia, en particular la que utiliza la tecnología fotovoltaica que convierte la energía solar directamente en eléctrica. La *tecnología fotovoltaica* convierte la energía solar en energía eléctrica, por la excitación luminosa de chips de silicio. En este caso se busca instalar paneles solares de gran tamaño en órbita. Los costos tecnológicos de la conversión son todavía altos, lo que frena el desarrollo de esta modalidad energética. Cabe señalar que la fabricación de paneles solares es una industria contaminante, no así el uso de los mismos.

La energía nuclear junto con la solar y otras descriptas, conforman actividades industriales relevantes en el mundo de la industrias de tecnología avanzada.

1.5. ACTIVIDAD AEROESPACIAL

Hacia 1900 nace la industria aeroespacial con el invento del avión por parte de los hermanos Wright, al que suceden continuas innovaciones en materiales, procesos, productos, diseño, construcción e instituciones. Ello demanda innovaciones complementarias; aeropuertos, sistemas de control del espacio aéreo, estaciones de lanzamiento, rutas comerciales, etc. Las dos guerras mundiales acentúan el desarrollo de aviones que innovan en capacidad, velocidad, seguridad, resistencia y distancia. La aviación comercial demanda, a su vez, mayor comodidad y nuevos servicios en aire y tierra. La exploración del espacio a partir de la década del 60 determina la construcción de múltiples artefactos. Como ocurre con las industrias de propósito general, nacen nuevas industrias que expanden la demanda de empleo, aportan nuevos bienes y abren nuevos mercados. Se intensifican los eslabonamientos hacia atrás y hacia delante. El diseño y fabricación de aviones integra elementos de propulsión y de navegación muy complejos. El aspecto más crítico se relaciona con los materiales, en particular los avanzados. La lucha por los precios muestra una fuerte competición en un ambiente de fuerte concentración de actividades, y diferenciación de productos y elevada práctica de los subcontratos en un ambiente incierto[24]. Además, la actividad está fuertemente regulada por el Estado por razones de seguridad lo que determina la generación de diversas instituciones de control. El Estado impulsa los procesos de innovación, mediante fuertes incentivos a la investigación y desarrollo.

La intensa exploración del espacio durante el siglo XX se asocia al creciente desarrollo de las actividades aeroespaciales. La historia de la aviación[25] con sus éxitos y fracasos y desarrollo de productos: aviones, cohetes, vehículos de lanzamiento, naves espaciales, misiles, satélites, exhibe cuatro rasgos relevantes:

1. Desarrollo comercial y militar en continua realimentación.
2. Intensa realimentación con otras industrias (química, metalurgia) y en particular con las de tecnología avanzada: tecnología de la información, materiales avanzados y recientemente con la industria biotecnológica.
3. Relaciones múltiples con proveedores y clientes.
4. Fusiones e internacionalización de la industria.

El resultado final del producto, según Rosenberg es incierto. En ello influye el *aprendizaje por el uso* que es el aprendizaje dominante: se aprende

[24] MOWERY, David y ROSENBERG, Nathan, *Technical change en the commercial aircraft industry, 1925-1975,* en ROSENBERG, Nathan, *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, 1982, 163-177.

[25] BILSTEIN, Roger E., *The enterprises of flight. The American aviation in aerospace industry*, Smitshonian Institution Press, Washington and London, 2001.

operando un nuevo avión. Acá influye la diferenciación e interdependencia de las partes que componen un avión con fuertes innovaciones en metalurgia, materiales compuestos, aleaciones, petróleo y microelectrónica (radares, computadoras, etc.). La empresa constructora de aviones debe también aprovechar los beneficios de las economías de escala y el comportamiento de las curvas de aprendizaje que impulsan la baja de costos y una elevada rentabilidad.

La segunda guerra mundial, señala Rosenberg, además de favorecer el incremento de la producción, desarrolla la práctica institucional del subcontrato que deviene crucial para el desarrollo planificado de la producción aeroespacial. El subcontrato reduce los riesgos de la falta de coordinación y mejora el control de la calidad de los productos. Adquiere relevancia la ingeniería de producción que se profundiza con la aparición de los modelos jet. Se regulan las rutas comerciales y se acentúa la competición por la calidad de los servicios. Los costos de transacción son elevados por la complejidad del sistema, en particular los costos de negociación y el resultante de litigios. Esto reduce la seguridad porque no se revelan los defectos.

Con respecto a la fuerte intervención estatal trata de reducir las ventajas que toman los free riders (polizontes que se apropian de beneficios sin aportar nada, lo que conduce a desalentar la producción de aviones). El Estado incrementa los aportes de investigación y desarrollo y promueve la competición en función de calidad de los bienes construidos. La decisión del Estado de apoyar al sector es que en USA se lo considera como un bien público, siendo la rentabilidad social de las investigaciones básicas superior a la rentabilidad privada de las investigaciones básicas.

El liderazgo en la producción de artefactos aeroespaciales para uso militar y civil corresponde a USA. La NASA (National Aeronautics and Space Administration) tiene un rol central en estos desarrollos, en particular cuando cambia su organización destinada a investigaciones, a ser la agencia operacional que contempla las necesidades militares y de la comunidad aeroespacial, en particular los consumidores. Su presupuesto, inferior al Departamento de Defensa es, no obstante, elevado. El dominio del espacio por USA es el resultado de una competencia con la ex URSS que sorprende a los países capitalistas cuando el Spultnik se convierte en la primera nave espacial, y en 1957 el Spultnik I en el primer satélite artificial. Esta competencia conduce en ambos países a un desarrollo explosivo del complejo de actividades que componen la actividad aeroespacial. Nuevos tipos de aviones de uso comercial, naves espaciales, plataformas de lanzamiento, una enorme variedad de satélites que surcan el espacio con fines diversos, estaciones espaciales de experimentación, reconocimiento de otros planetas, telescopios como el Hubble, etc. En la actualidad se incrementa la colaboración, en particular las actividades relacionadas con la exploración del espacio. En la Comunidad Europea, en especial en Alemania, Reino Unido, Francia e Italia, el desarrollo de la industria área militar y civil y las actividades espaciales, crecen fuertemente como resultado de las estrategias de desarrollo que se consolidan con la lenta construcción de la Comunidad Europea. La presencia de la NATO (North Atlantic Treat Organization) favorece el crecimiento de la actividad aeroespacial. A escala comercial se expresa en la construcción del Concorde, avión supersónico de relativo éxito comercial.

Con la desaparición de la URSS la industria entra en una fuerte reestructuración caracterizada por las fusiones, control de las rutas

comerciales que determinan una fuerte concentración de la industria junto con la internacionalización del mercado. Se acrecientan las co-producciones, los acuerdos sobre diseños y producción, uso de licencias y los joint ventures. Los subcontratistas son cada vez más importantes: producen el 40% de los componentes. Se demanda en el sistema aeroespacial mayor versatilidad y flexibilidad en las construcciones de aviones, lo que conduce a nuevos sistemas administrativos, flexibles y descentralizados.

Según Bilstein, conforme a cifras oficiales de USA, las ventas en 1992 por clientes, fueron a Defensa, el 47%, a NASA, el 13% y a otros demandantes el 40%. Con respecto a las exportaciones, éstas crecen durante el período 1964-1992. Su participación porcentual era en 1964, del 6%. En 1992, alcanzaba al 10% del total de exportaciones. Mientras el total de las exportaciones creció para el periodo un 11%, la industria aeroespacial lo hizo al 14% medio anual.

La relación costos-performance de la industria aeroespacial exhibe las mismas dificultades que se señalaron para la energía nuclear. No obstante, desde 1929 el crecimiento de la productividad es incesante. Conforme a Kendrick[26] la productividad durante el período 1929-1966, crece al 9% anual.

La Argentina incursiona en la actividad espacial en tres segmentos.

Uno, la construcción de aviones livianos y de combate, así como de helicópteros. Se desarrolla la actividad espacial en la provincia de Córdoba desde 1929. En 1949 se crea la Escuela de Ingeniería Aeronáutica y se fabrican aviones. La falta de apoyo estatal, que es esencial para el desarrollo de la actividad, y las presiones internacionales, tornan irrelevante la actividad.

Dos, el proyecto Cóndor destinado a poner en órbita terrestre un conjunto de microsatélites. Este proyecto es desactivado por exigencias internacionales.

Tres, la construcción de satélites artificiales. Dos etapas previas denominadas A y B preparatorias de la tercera permiten la obtención de un resultado relevante. También en suelo cordobés, que cuenta ahora con un Centro de Investigaciones Aplicadas, un Instituto Universitario Aeronáutico y donde se localiza CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) se concreta el proyecto SAC-C (Satélite de Aplicaciones Científicas) que es diseñado por la CONAE y construido por INVAP (Investigaciones Aplicadas Sociedad de Estado). En noviembre del año 2000 el cohete Boeing despega de la base Vanderbeg de la NASA en California. Lleva el cohete 4 satélites, uno de ellos es el SAC-C que es operado por la CONAE. En la construcción del satélite se emplea acero inoxidable, y un conjunto de materiales avanzados: aleaciones de aluminio, titanio, paneles solares de arseniuro de galio, además de sensores y cámaras, lo que permite obtener información básica sobre el ecosistema. El SAC-C aportará datos para estudios científicos y sobre recursos naturales.

[26] KENDRICK, John, *Postwar productivity trend in the United States*, 1948-1969, Columbia University Press, 1973.

1.6. INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS, DE MEDICIÓN Y CONTROL

Los instrumentos científicos, de medición y control comprenden los instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, instrumentos y aparatos de medición, control o precisión e instrumentos medicoquirúrgicos.

La variedad de artefactos tecnológicos se incrementa con la actual revolución científica-tecnológica. Este resultado se origina en la creciente interacción de la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico[27]. En particular las denominadas universidades de investigación de USA han contribuido sustancialmente a este singular desarrollo de instrumentos científicos, de medición y control. En la actualidad se profundiza con la sistematización del ciclo de innovación en las universidades. La integración de los ciclos de investigación-desarrollo tecnológico-innovación, acelera la producción de múltiples artefactos. Rosenberg señala que la evolución de las disciplinas fácticas, naturales y sociales, es el disparador de este nuevo conjunto de bienes de capital, tangible e intangible. A su vez, la creación de departamentos de Investigación y Desarrollo y de laboratorios, como respuesta de las empresas a la creciente complejidad industrial, facilita la multiplicación de instrumentos de aplicación directa. Se expande su uso a todas las disciplinas de investigación y al conjunto de las actividades económicas. Asimismo las políticas de defensa, en particular en USA, han facilitado el desarrollo de nuevos instrumentos científicos y tecnológicos.

Las industrias de tecnología avanzada que se han descrito, han aportado al notable desarrollo de los instrumentos científicos, tecnológicos, de medición y control. En este sentido, la fuerte interacción del complejo de Ciencia y Tecnología con el complejo de Industrias de Tecnología Avanzada facilita el desarrollo de nuevos artefactos y nuevas disciplinas.

Las modalidades de organización industrial para la producción de este conjunto de bienes de capital va desde la producción a pedido a la producción estandarizada. En ella predominan las empresas pequeñas y medianas. Además, en una cantidad importante de estas empresas, se emplean tecnólogos y técnicos altamente calificados, en particular para la producción de bienes de capital, utilizados en las industrias de tecnología avanzada, y básicamente en la salud.

[27] ROSENBERG, Nathan, *Exploring the black box: technology, economics, and history*, Cambridge University Press, Cambridge, 1994, 250-263.

CAPÍTULO 6

LAS INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA (II)

En este capítulo se analiza la performance de las industrias de tecnología avanzada en la República Argentina y se las compara con la de los países desarrollados. Un conjunto de indicadores y rasgos cualitativos de las industrias de tecnología avanzada para los que existe información parcial e incompleta, sirven de referencia para extraer conclusiones sobre la evolución futura de las citadas industrias. La reducción del análisis a unos pocos indicadores obedece a que la Argentina no posee la calidad y cantidad de información que exhiben los países desarrollados.

1. EVOLUCIÓN DE LAS INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

1.1. PRODUCCIÓN

Valor Agregado Bruto a Precios de 1993
1993 - 2000

INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA	VALORA AGREGADO BRUTO							
	1993	%	1994	%	1995	%	1996	%
Biotecnología	956.687.760	42,10	1.007.392.211	45,41	983.475.017	48,48	1.049.486.473	46,42
Materiales Avanzados	537.107.000	23,64	565.573.671	25,49	552.145.996	27,22	589.209.379	26,06
Actividad Nuclear	23.042.200	1,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Tecnología de la Información	472.176.740	20,78	403.169.860	18,17	289.845.689	14,29	429.800.616	19,01
Instrumentos Científicos, de Medición y Control	273.905.000	12,75	242.405.925	10,93	203.237.510	10,02	192.555.215	8,52
Actividad Aeroespacial	9.229.700	0,41	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total	***2.272.148.400***	***100,00***	***2.218.541.668***	***100,00***	***2.028.704.212***	***100,00***	***2.261.048.682***	***100,00***
Industria Manufacturera	*43.138.298.000*		*45.079.364.000*		*41.849.614.000*		*44.549.700.000*	
PBI a precios de mercado	*236.504.980.000*		*250.307.886.000*		*243.186.102.000*		*256.626.256.000*	

Fuente: Con base en INDEC y Ministerio de Economía de la República Argentina.

INDUSTRIAS DE ECNOLOGÍA AVANZADA	VALOR AGREGADO BRUTO								Δ
	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	1993 - 2000
tecnología	924.399.548	38,23	961.351.613	37,92	896.894.775	40,11	847.386.183	36,51	-1,72
teriales Avanzados	699.244.157	28,92	751.032.360	29,63	591.198.239	26,44	768.733.075	33,12	5,26
ividad Nuclear	5.718.614	0,24	6.292.483	0,25	4.587.408	0,21	4.463.424	0,19	-20,90
cnología de la Información	513.005.212	21,22	555.673.433	21,92	515.496.338	23,05	475.531.209	20,49	0,10
trumentos Científicos, de dición y Control	255.443.803	10,56	231.038.868	9,11	201.731.033	9,02	207.072.180	8,92	-3,92
cnología Aeroespacial	20.177.047	0,83	29.601.494	1,17	26.360.023	1,18	17.790.247	0,77	9,83
tal	***2.417.988.382***	***100,00***	***2.534.990.250***	***100,00***	***2.236.267.815***	***100,00***	***2.320.976.318***	***100,00***	***0,30***
lustria Manufacturera	*48.626.636.000*		*49.525.624.000*		*45.698.045.000*		*44.304.795.000*		*0,38*
l a precios de mercado	*277.441.318.000*		*288.123.305.000*		*278.320.114.000*		*276.867.568.000*		*2,28*

Tasa de crecimiento medio anual
ente: Con base en INDEC y Ministerio de Economía de la República Argentina

La participación del valor agregado de la industria manufacturera en el producto bruto nacional y de las industrias de tecnología avanzada en el valor agregado del sector manufacturero y en el producto bruto de la Argentina, se muestra a continuación:

RELACIONES	1993 (%)	1994 (%)	1995 (%)	1996 (%)	1997 (%)	1998 (%)	1999 (%)	2000 (%)
IM / PBI	18,24	18,01	17,21	17,36	17,53	17,19	16,42	16,00
ITA / IM	5,27	4,92	4,85	5,08	4,97	5,12	4,89	5,24
ITA / PBI	0,96	0,89	0,83	0,88	0,87	0,88	0,80	0,84

IM: Industria manufacturera
PBI: Producto bruto interno
ITA: Industrias de tecnología avanzada
Fuente: Con base en INDEC y Ministerio de Economía de la República Argentina.

Como se ha señalado anteriormente, el producto bruto interno para el período 1993-2000, crece al 2,29%, que se incrementa por el desmesurado crecimiento de las actividades financieras (9%) respecto del resto de los sectores económicos. En este período el producto bruto interno por persona alcanza un valor máximo de 8.000 dólares. Este valor medio es el resultado de un valor extremo en el producto bruto interno por persona de 21.800 dólares para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y un nivel mínimo de 3.000 dólares por persona para las provincias del noroeste-noreste de la República Argentina. Esta disparidad también existe hacia el interior de la Ciudad Autónoma, que registra para los barrios más carenciados niveles muy inferiores al promedio de la ciudad. Esto se produce en un contexto de desarrollo desigual, desocupación, fuerte marginalidad social, que hace crisis hacia 1998. El estallido de la crisis a fines del año 2001 implica una caída de cerca del 30% en el ingreso por habitante, reflejo del fracaso reiterado de los planes de estabilización, carentes de un plan endógeno sustentable de desarrollo.

Las industrias de tecnología avanzada son estadísticamente relevantes, a pesar del proceso de desindustralización aguda que soporta la Argentina desde hace 37 años. Durante el período 1993-2000, la participación de las citadas industrias en la formación del valor agregado manufacturero se ha mantenido en un 5%, y con relación al PBI nacional no alcanza al 1%. Las tasas de crecimiento medio anual de las industrias de tecnología avanzada son

similares al total de la industria manufacturera, siendo la del sector manufacturero algo superior (0,38%). Esto obedece al fuerte deterioro del sector industrial que ha afectado también la evolución de las industrias de tecnología avanzada.

Con relación al comportamiento sectorial de las industrias de tecnología avanzada, se destacan las actividades de biotecnología que hacia el año 2000 representa el 36,51% del total del valor agregado de las industrias de tecnología avanzada. A lo largo del período también son relevantes los sectores de materiales avanzados y de tecnología de la información. Este último sin embargo, no lidera las actividades de tecnología avanzada como ocurre en la mayoría de los países desarrollados. En ello incide la destrucción de la industria electrónica en la Argentina. La industria electrónica que exhibe un fuerte desarrollo en microelectrónica es arrasada por el último gobierno militar, quien también afectó las actividades académicas y de investigación y desarrollo. Asimismo, en la década del 90 se cerró un centro de investigación de informática, en un proyecto conjunto llevado a cabo con Brasil. Este país, por el contrario, avanzó significativamente en el desarrollo de las diversas industrias de hardware y de software. Con relación a la errática evolución de la actividad nuclear, ella obedece a que sus exportaciones dependen de las ventas a pedido y a la ausencia de una política industrial y tecnológica para el sector. Cabe señalar que la tasa de crecimiento medio anual es negativa para biotecnología, tecnología de la información e instrumentos científicos, de medición y de control.

El esfuerzo productivo que se lleva a cabo en el complejo de industrias de tecnología avanzada se sostiene por los avances en la formación de recursos humanos y de investigación que registra el *complejo de ciencia y tecnología*, en particular en los campos de la física, matemática, informática, biotecnología, biología, genética y química, y en buena medida por la presencia de investigadores y tecnólogos volcados a la actividad empresarial. Esto es muy significativo si se tiene en cuenta que el complejo de ciencia y tecnología carece de un presupuesto satisfactorio para el desarrollo de sus actividades, que se agrava por la carencia de políticas y estrategias para el sector del conocimiento.

1.2. ASALARIADOS

Total de Asalariados
1993 - 2000

INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA	ASALARIADOS							
	1993	%	1994	%	1995	%	1996	%
Biotecnología	18.585	29,74	18.102	35,19	17.804	36,43	17.581	37,16
Materiales Avanzados	16.259	26,01	13.261	25,78	13.043	26,69	12.879	27,22
Actividad Nuclear	1.867	2,99	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Tecnología de la Información	14.707	23,53	9.953	19,35	8.245	16,87	7.319	15,47
Instrumentos Científicos, de Medición y Control	10.706	17,13	10.128	19,69	9.775	20,00	9.529	20,14
Tecnología Aeroespacial	375	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total	***62.498***	***100,00***	***51.443***	***100,00***	***48.867***	***100,00***	***47.308***	***100,00***
Industria Manufacturera	*1.509.060*		*1.504.147*		*1.354.309*		*1.377.162*	
Todas las Actividades Económicas	*8.900.215*		*9.133.866*		*8.710.222*		*8.853.323*	

Fuente: Con base en INDEC y Ministerio de Economía de la República Argentina

INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA	ASALARIADOS								Δ
	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	1993 - 2000
Biotecnología	17.984	32,46	17.981	32,78	18.252	35,14	18.006	37,37	-0,45
Materiales Avanzados	15.664	28,27	15.634	28,50	13.704	26,38	13.120	27,23	-3,02
Actividad Nuclear	462	0,83	493	0,90	408	0,79	384	0,80	-20,22
Tecnología de la Información	11.330	20,45	11.371	20,73	10957	21,10	9.589	19,90	-5,93
Instrumentos Científicos	9.668	17,45	9.094	16,58	8.368	16,11	6.862	14.24	-6,16
Tecnología Aeroespacial	304	0,55	282	0,51	252	0,48	216	0,45	-7,56
Total	***55.411***	***100,00***	***54.855***	***100,00***	***51.940***	***100,00***	***48.177***	***100,00***	***-3,65***
Industria Manufacturera	*1.482.125*		*1.335.518*		*1.214.793*		*1.128.777*		*-4,06*
Todas las Actividades Económicas	*9.410.060*								--

Δ: Tasa de crecimiento media anual.
Fuente: Con base en INDEC y Ministerio de Economía de la República Argentina

La participación de los asalariados de la industria manufacturera en el producto bruto nacional y de las industrias de tecnología avanzada en los asalariados del sector manufacturero y en el producto bruto de la Argentina, se muestra a continuación:

RELACIONES	1993 (%)	1994 (%)	1995 (%)	1996 (%)	1997 (%)
IM / PBI	16,96	16,47	15,55	15,56	15,75
ITA / IM	4,14	3,42	3,61	3,44	3,74
ITA / PBI	0,70	0,56	0,56	0,53	0,59

IM: Industria manufacturera
PBI: Producto bruto interno
ITA: Industrias de tecnología avanzada
Fuente: Con base en INDEC y Ministerio de Economía de la República Argentina.

El conjunto de asalariados que trabajaron en el sector manufacturero durante el período 1993-2000 muestra una fuerte caída en su tasa de crecimiento medio anual del 4,06%, que obedece a tres causas. La primera es

la eliminación de los eslabonamientos industriales originada en la indiscriminada apertura del comercio exterior con importaciones que sustituyen la producción nacional. La importancia del cambio técnico es baja tal como lo muestran los relevamientos realizados[1] y los aspectos estructurales del comercio exterior argentino: bajo componente tecnológico de las exportaciones industriales e innovaciones parciales en las grandes empresas. No obstante se rescatan las innovaciones de procesos que realizan las mismas. La segunda son las medidas de flexibilización laboral, agravadas por el hecho, de que en buena medida, éstas se llevaron a cabo sin registrarse innovaciones tecnológicas y organizacionales. Con ello se reduce la creación de puestos de trabajo. La tercera, la baja relevancia del cambio técnico que limita la creación de nuevos bienes e industrias.

Con relación a las industrias de tecnología avanzada, también declina la tasa de crecimiento medio anual (3,70%). En los países desarrollados, en particular en USA, los efectos directos e indirectos en la creación de empleo son positivos; ello es el resultado de la acción combinada del sistema federal y de los estados, a través de las políticas científico-tecnológica, innovación, desarrollo industrial, social, urbano y espacial. Estas políticas se basan en la aplicación del principio de coevolución de las variables macroeconómicas y de desarrollo.

1.3. EMPRESARIOS

Existe una abundante literatura acerca del rol del empresariado en el sistema capitalista. La evolución, rol, cultura y formación empresarial han sido ampliamente tratados, en particular desde los primeros trabajos de Schumpeter. Este autor tenía una visión pesimista acerca de la evolución del sistema capitalista, dado que las virtudes del empresario innovador serían absorbidas por las grandes corporaciones, las que frenarían el esfuerzo innovador. A ello contribuirían los intereses personales de los ejecutivos y de las grandes empresas, más propensas a mantener el status-quo que el espíritu innovador. Esto no ha ocurrido hasta ahora, en particular porque las grandes corporaciones encuentran en el desarrollo científico-técnico una estrategia básica para recuperar la tendencia a la declinación de la tasa de beneficios. Lo que sí se ha diluido es la importancia del empresario innovador el que ha sido desplazado por otro institucionalizado, representado por las corporaciones.

A partir de 1970 surge un nuevo tipo de empresario que resulta de la evolución de las industrias de tecnología avanzada. En este contexto, importan la formación de emprendedores que encuentran su espacio académico en el ámbito universitario; la promoción de incubadoras en parques tecnológicos que facilitan a los emprendedores y empresarios un ámbito y un tiempo para la elaboración del plan de negocios de las actividades que intentarán en el futuro, y la generación de sinergias resultantes de la relación universidades-actividades productivas. En este caso, se institucionaliza un tipo de empresario que surge de la citada relación. Las empresas que crecen se denominan spin-offs, y son el resultado de investigaciones que llevan a cabo

[1] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Bases para un modelo de desarrollo tecnológico-industrial-regional. Parque Tecnológico Constituyentes*, Ediciones Macchi - Universidad Nacional de General San Martín, 1998.

las universidades y laboratorios gubernamentales que alientan la expansión de las actividades de investigación al campo de la producción económica-social. Se forman así, complejos de pymes que consolidan una nueva cultura empresarial. Sus empresarios reúnen sólidos conocimientos científico-técnicos y de administración, y manifiestan una mayor proyección social que los empresarios representativos de la segunda revolución industrial. Lideran actividades que generan fuertes externalidades positivas. En efecto, al elevado rendimiento privado de las inversiones en las industrias de tecnología avanzada, se agrega el rendimiento social de las mismas que duplica al privado. Se acrecienta así el carácter social de estas inversiones.

Un relevamiento realizado recientemente[2] a industrias de tecnología avanzada muestra los siguientes resultados:

- Elevada calificación de los directivos de las empresas.
- Apreciable número de empresas del tipo spin-offs.
- Elevada vinculación académica y tecnológica.
- Sostenido ritmo de innovaciones, en particular en los sectores de biotecnología, actividad nuclear y materiales avanzados.
- Relevante participación en el total del producto bruto manufacturero.
- Elevada competitividad reflejada en una importante presencia exportadora y una fuerte rentabilidad de las empresas.

El conjunto de empresarios que se encuentran al frente de las industrias de tecnología avanzada en la República Argentina, operan en un contexto de fuerte especulación financiera, carencia de políticas productivas que llevan a un fuerte proceso de desindustrialización y declinación progresiva de la demanda. Todo ello se acentúa por la pérdida creciente del poder de compra de los ciudadanos, y a un manifiesto desinterés del Estado por el desarrollo económico y social.

---

[2] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Las industrias de tecnología avanzada*, Centro de Transferencia y Vinculación Tecnológica, Universidad Nacional de General San Martín, Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, 2002.

1.4. PRODUCTIVIDAD

Productividad Laboral
1993 - 2000

INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA	PRODUCTIVIDAD LABORAL								Δ
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1993 - 2000
Biotecnología	51.477	55.652	55.239	59.694	51.399	53.463	49.141	47.062	-1,27
Materiales Avanzados	33.035	42.651	42.334	45.748	44.641	48.038	43.142	58.592	8,53
Actividad Nuclear	12.342	s/d	s/d	s/d	12.382	12.767	11.237	11.619	-0,86
Tecnología de la Información	32.106	40.509	35.152	58.722	45.279	48.868	47.048	49.589	6,41
Instrumentos Científicos, de Medición y Control	25.584	23.934	20.792	20.208	26.422	25.406	24.107	30.178	2,39
Tecnología Aeroespacial	24.631	s/d	s/d	s/d	66.450	105.019	104.726	82.308	18,81
Total	***36.356***	***43.127***	***41.515***	***47.794***	***43.637***	***46.212***	***43.055***	***48.176***	***4,10***
Industria Manufacturera	*28.586*	*29.970*	*30.901*	*32.349*	*32.809*	*37.083*	*37.618*	*39.250*	*4,63*
Todas las Actividades Económicas	*26.573*	*27.404*	*27.920*	*28.986*	*29.483*	s/d	s/d	s/d	s/d

Δ: Tasa de crecimiento media anual.
Fuente: Con base en INDEC y Ministerio de Economía de la República Argentina.

El incremento de la productividad laboral durante el período 1993-2000 para la industria manufacturera (4,63%), es superior al de la industria de tecnología avanzada (4,10%). La baja tasa de crecimiento medio anual del valor agregado de ambas, indica que fue la fuerte caída de la tasa de crecimiento media anual de los asalariados la determinante de la fuerte alza en la productividad laboral. La desindustrialización frena el crecimiento del producto bruto industrial (0,38%), en tanto que la flexibilidad laboral, como se señaló anteriormente, redujo drásticamente la cantidad de asalariados ocupados en el sector manufacturero (-4,06%). Se está frente a un incremento no genuino de la productividad laboral, excepto para las industrias de tecnología avanzada en el que predominan las innovaciones. Además como lo señala Pasinetti[3], el mantenimiento de una economía tipo centro-periferia no permite retener las ganancias de productividad que logra el sector moderno con sus productos exportados.

El costo de cada puesto de trabajo para los diferentes años del período 1993-2000, muestra en forma indirecta la elevada intensidad del capital tangible e intangible que caracteriza a las industrias de tecnología avanzada. En el año 2000 el puesto de trabajo a valores constante para el conjunto de industrias de tecnología avanzada fue de 48.176 pesos, en tanto que el sector manufacturero alcanzó el 81% del citado número. El valor del puesto de trabajo más elevado se registra para el año citado, en la actividad aeroespacial. El bajo valor que muestra la actividad nuclear obedece a que se trata de un sector que opera a pedido, en la mayoría de los casos y que mantiene su dotación de científicos y tecnólogos en trabajos de investigación. Además, son industrias nuevas que operan en mercados en los que es difícil la estandarización de los productos que facilitan el acceso a una mayor economía de escala. Corresponde aclarar que no se computa en el sector la venta de energía eléctrica, dado que esta industria es básicamente usuaria del sector

[3] PASINETTI, Luigi, *Cambio estructural y crecimiento económico,* Ed. Pirámide.S.A., Madrid, 1985, 209-217.

productor de reactores nucleares.

1.5. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

La información originada en los presupuestos gubernamentales es la única disponible para conocer la *intensidad tecnológica* (inversión en investigación y desarrollo/producto bruto interno). La incorporación del indicador citado debiera relacionarse con los indicadores de educación y salud, a fin de evaluar en un sentido amplio las condiciones sociales y culturales que condicionan la evolución del conocimiento y del desarrollo tecnológico.

Referente a los organismos científicos y tecnológicos estatales, éstos operan fundamentalmente en la Ciudad de Buenos Aires y la Provincia de Buenos Aires, excepto las universidades regionales y organismos descentralizados de ciencia y tecnología que operan en las Provincias. Tales organizaciones estatales son: INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), INCYTH (Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Hídricas), CITEFA (Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas), C.I.C. (Comisión de Investigaciones Científicas de La Provincia de Buenos Aires), CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de La Nación), CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica), INIDEP (Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero e INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Respecto del INTA, la descentralización es acentuada: cuenta con Centros Regionales que operan con un conjunto de agencias de extensión rural.

El sistema universitario argentino está constituido por[4]:

- 36 universidades nacionales;
- 5 institutos universitarios nacionales;
- 42 universidades privadas;
- 9 institutos universitarios privados; y
- 1 universidad provincial.

La *inversión* en ciencia y tecnología (ICT), en miles de pesos, y el *indicador* de intensidad tecnológica (ICT/PBI) para el período 1993-1999 es:

[4] Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, Secretaría de Educación Superior, Programa Mejoramiento del Sistema de Información Universitaria, en Internet: www.ses.me.gov.ar, 2002.

Inversión Científico-Tecnológica
1993-1999

AÑO	ICT	ICT / PBI
1993	1.015.736	0,43
1994	1.124.936	0,44
1995	1.252.748	0,48
1996	1.353.058	0,50
1997	1.466.288	0,50
1998	1.529.515	0,51
1999	1.517.751	0,54
Δ	*6,92*	*3,87*

Δ: Tasa de crecimiento medio anual.
Fuente: htpp://www.setcip.gov.ar/indicadores99/cap1-99.htm

La *asignación de recursos* para ciencia y tecnología tiene una tasa de crecimiento medio anual de 6,92 %. Cabe señalar que en el último año la tasa declina. El indicador de intensidad tecnológica si bien tiene una tasa de crecimiento positiva, es muy bajo si se lo compara con los países desarrollados, incluso es inferior al de Chile, México y Brasil. En consecuencia, no se destina a la formación de científicos, tecnólogos y profesionales, un monto satisfactorio. Éste es apenas un 20% comparado con lo que destinan los países desarrollados para formar un investigador. Ello afecta el proceso de *creación de recursos* humanos, productivos, sociales y culturales.

La asignación de recursos para ciencia y tecnología desagregada por sectores es, para 1999 en términos porcentuales, y en tasas de crecimiento medio anual 1993-1999:

Recursos en Ciencia-Tecnología por Sectores
1999

SECTORES	%	Δ
Organismos Públicos	41,0	6,83
Universidades Estatales	25,0	8,60
Universidades Privadas	2,0	2,90
Empresas Privadas	29,0	12,40
Entidades sin Fines de Lucro	3,0	13,10
Total	100,0	

Δ: Tasa de crecimiento media anual, 1993-2000.
Fuente: http://www.setcip.gov.ar/indicadores99/cap1-99.htm

En la estructura de asignaciones que muestra el cuadro, se destaca:

- El 67% de la inversión corresponde a organismos públicos y universidades estatales que representan para 1999 el 0,36% del producto bruto interno.
- Las empresas privadas y entidades sin fines de lucro, si bien exhiben tasa de crecimiento elevadas, sus inversiones son insuficientes, en particular en el caso de las empresas privadas si se las compara con las inversiones que tales empresas realizan en los países desarrollados. Ello reduce

drásticamente el efecto sinérgico entre producción y conocimiento, factor esencial para promover el desarrollo.

El *total* de recursos humanos destinados a la investigación y desarrollo fue de 50.701 personas, de los cuales el 48% se hallaba en las universidades estatales, el 33% en los organismos públicos, el 4% en las universidades privadas, el 14% en las empresas privadas y el 1% en las entidades sin fines de lucro. Con respecto a los recursos humanos, la inversión en 1999 fue del 25% para la investigación *básica,* el 45% para la investigación *aplicada* y el 30% para el desarrollo *experimental.* El personal científico ha declinado en empresas privadas y universidades privadas, siendo estable para el resto de las instituciones durante 1997-1999. Con relación a los grados académicos, en 1999 el 18% de los recursos humanos, poseía el grado de doctor. En términos de los proyectos en curso, se observa que un elevado porcentaje (71%) pertenece a las disciplinas de ciencias exactas y ciencias naturales, ingeniería, tecnología y ciencias médicas.

Es importante la participación de la mujer en el sistema científico-tecnológico. Representa el 43% de los recursos humanos que operan en el sistema, siendo superior su participación en las universidades estatales: 54%.

La inversión en Ciencia y Tecnología como en Educación y Salud, que conforman la denominada *inversión en conocimiento* en sentido amplio, se halla incorporada en las partidas presupuestarias del Gasto Público Total. Con relación al mismo y algunos de sus diferentes componentes, en 1999 en porcentaje y en tasas de crecimiento (1993-1999), se tiene:

Inversión en Conocimiento
Millones de pesos de 1997

CONCEPTOS	1999 %	1993-1999 Δ
Funcionamiento del Estado	20,00	2,06
Gasto Público Social	63,00	2,90
Servicios Económicos	0,68	5,30
Servicio de la Deuda Pública	1,00	12,67
Otros		
Gasto Público Total Consolidado	100,00	2,06

Δ: Tasa de crecimiento media anual.
Fuente: http://www.mecon.gov.ar/download/gas-pub99

La baja participación de los servicios económicos y su tasa de crecimiento medio anual negativa, refleja la ausencia del Estado en el desarrollo material de la sociedad. El Gasto Público Social contiene a los gastos en Educación, Cultura, Ciencia y Técnica que representan el 22% de dicho gasto, porcentaje que es igual al de Salud. El conjunto de estos gastos es con relación al producto bruto interno, el 4,75% y el 4,64% respectivamente. Sus tasas de crecimiento son el 2,4% para el primero y nulo para el segundo. El gasto público total consolidado fue para 1999, el 33,1% del producto bruto interno.

Con relación a la *distribución regional* de las inversiones en ciencia y tecnología se tiene:

Distribución Regional de la Inversión en Ciencia-Tecnología
1999

REGIONES	%
Región Río de la Plata	
Provincia de Buenos Aires y Ciudad Autónoma de Buenos Aires (ambas con una participación similar).	61
Región Centro	
Provincias de Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos.	16
Región Cuyo	
Provincias de Mendoza, San Juan, San Luis y La Rioja.	8
Región NOA	
Provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca.	6
Región NEA	
Provincias de Misiones, Formosa, Chaco y Corrientes.	4
Región Patagonia	
Provincias de La Pampa, Neuquen, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego.	5
Total	**100**

Estos porcentuales que muestran la elevada concentración de la inversión en ciencia y tecnología en las regiones centrales, reproducen la lógica productiva del modelo centro-periferia que domina en la Argentina.

En cuanto a las *patentes de invención* y los *modelos de utilidad*, las solicitudes fueron 6.883 en 1999, alcanzando las patentes el 94% de su total. Durante el período 1995-1999, las patentes evolucionan a una tasa de crecimiento medio anual del 11%.

Con relación a los países desarrollados, los datos compilados en otro trabajo[5] muestran una brecha tecnológica muy elevada. La relación Inversión en Ciencia y Tecnología/PBI alcanza para 1988 a 2,91% en USA; 2,85% en Alemania Federal y 2,87% en Japón, frente al 0,41% que resulta para la Argentina. Esto implica que por ejemplo USA invierte por año un 165,08% del PBI argentino, en tanto que en Japón la inversión alcanza al 96% de la producción neta de Argentina. Esta sideral diferencia se hace más notoria cuando se compara la Inversión en Ciencia y Técnica por habitante en el año 1988: USA, 569 dólares; Alemania Federal, 558 dólares; Japón, 665 dólares; en tanto que Argentina invierte sólo 11 dólares por habitante.

La comparación Argentina-Japón referente al *indicador de intensidad tecnológica* y otros relacionados, muestra diferencias significativas. La inversión pública en ciencia y tecnología respecto del producto bruto interno, fue para Japón de 0,60%, siendo de 0,41% para la Argentina. La diferencia radica en la dimensión del citado indicador para la actividad privada; en la Argentina es prácticamente nula, en tanto que en Japón asciende a 2,26% del

[5] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Perspectivas tecnológicas*, Departamento de Doctorado y Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, UNLP, La Plata, Octubre de 1990.

producto bruto interno. Ambas inversiones, pública y privada, para este último país totalizan 2,86% del producto bruto del año 1988. Si Argentina hubiese invertido el porcentual total de Japón, en particular el correspondiente a la actividad privada, la inversión en ciencia y tecnología por trabajador hubiese alcanzado a 77 dólares, muy superior a la real que fue de 11 dólares. Cabe señalar que una mejor asignación de recursos para el desarrollo científico-tecnológico en Argentina por parte de las empresas privadas, era factible. En efecto, en años anteriores la transferencia de ingresos de los asalariados al capital, alcanzó en el período 1980-1988 a 370 millones de dólares por año, o sea, 54 dólares por trabajador. Esta cifra se halla cercana a los 66 dólares por trabajador que los empresarios hubiesen invertido si seguían la intensidad de inversiones que en ciencia y tecnología llevaron a cabo los empresarios privados japoneses para el mismo tiempo. Esto ocurrió en un contexto donde el crecimiento de Japón fue de 6% para el año 1988, en tanto Argentina declinaba su producto en el 3%, y la inversión lo hacia aceleradamente, 29%. En ello influyó la persistente sujeción de la economía nacional a planes de estabilización con crecimiento exógeno (se supone acá que la fuente de inversión más relevante es el ahorro externo) y la ausencia de políticas productivas, en especial la industrial y la científico-tecnológica, que encerraron al país en islotes de modernidad, con baja competitividad internacional para la economía en su conjunto. Los islotes de modernidad no derramaron su mayor esfuerzo tecnológico al resto del sistema; la mayor eficiencia alcanzada basada en la transferencia de tecnología desde el exterior, se realizó sin el soporte de políticas endógenas de innovación. Tampoco las empresas establecieron vínculos sólidos con los sectores de investigación, problema que subsiste aún en la actualidad[6]. Sin embargo, la presencia creciente de industrias de tecnología avanzada, en particular biotecnología, materiales avanzados y actividad nuclear, acrecientan en la actualidad el vínculo empresas-universidades, no obstante las condiciones negativas que persisten en la economía argentina.

La comparación de los indicadores de intensidad tecnológica y otros relacionados, para un conjunto de países desarrollados que se describen más abajo, permiten derivar conclusiones muy negativas para la República Argentina, tanto por la magnitud de los recursos destinados a ciencia y tecnología, como por la errática asignación de los mismos al carecerse de un plan de desarrollo. Este problema se acrecienta en la actualidad, resultado de una sociedad que vive de espaldas hacia el futuro, sumida en un gigantesco derroche y destrucción de recursos humanos, materiales, sociales y culturales.

1.6. BALANZA COMERCIAL

La *balanza comercial* para el período 1993-1997 exhibe las falencias estructurales de la economía argentina. El conjunto de bienes que se importan y exportan muestra el predominio de productos de mayor valor y menor peso específico para las importaciones, en tanto que las exportaciones muestran precios muy bajos con un volumen mayor.

---

[6] HERNANDEZ, Ruby Daniel, *Demanda efectiva y potencial de grandes empresas. Zona norte. Provincia de Buenos Aires*, UNSAM-Polo Tecnológico Constituyentes, 1999.

Los datos para el año 1993-1997 del total de importaciones y exportaciones por *tipo de bienes* señalan para el año 1997, un precio promedio por kilo para las importaciones de *1,33* dólares, con un incremento respecto del año 1993 del 2,6%. El total de exportaciones para el año 1997 tiene un precio promedio por kilo de *0,38 dólares*, con un incremento respecto del año 1993 del 4,4%. La relación de precios es muy negativa para la Argentina, reflejo de su baja competitividad. La mejoría promedio de los precios de exportación no se sostuvo hacia el año 2000 por efecto del deterioro del intercambio, producto de los cambios cíclicos en el valor de las commodities. A título de ejemplo, los *combustibles* más los *bienes intermedios sin procesar* representan para 1997, el 64% del total del las exportaciones medida en kilogramos. En términos de valor representan sólo 26,77%. Sus precios unitarios se hallan por debajo del promedio para el año 1997. Alcanzan a 0,14 y 0,17 dólares respectivamente. Respecto del año 1993, estos precios se incrementan levemente. En lo referente a la exportación de combustibles, sus precios son inferiores a los de importación en el año 1997, dado que para el período analizado el precio unitario de importaciones se duplicó. Respecto de los bienes sin procesar, los precios unitarios de exportación mejoran, en particular por la contribución de los bienes tradicionales del sector agricultura, cuyos precios unitarios se elevan para el período 1993-1997 al 3% anual. A su vez, los *bienes intermedios con procesamiento*, representan para el año 1997, el 33% del total de exportaciones, con un precio unitario de 0,45 dólares, un poco superior al promedio de exportaciones. Ello implica un bajo nivel de procesamiento, reflejo de los eslabonamientos truncos que caracterizan a la economía argentina. En cuanto a los *bienes de consumo no duradero* representan en valor el 24,63% de las exportaciones para el año 1997, con un precio unitario de 1,08 dólares. Referente a los productos con mayor valor agregado: *bienes de consumo duradero*, *bienes de capital* y de *transporte* se ubican en un rango de precios unitarios entre 5 y 10 dólares, similares a los precios unitarios de importación para 1997. La importación de este conjunto de bienes alcanza en valor al 54,25% y para las exportaciones sólo representan el 16,31 % del total de las mismas.

La balanza comercial refleja claramente las limitaciones productivas de Argentina, y las erróneas políticas aplicadas que perpetúan las relaciones de dependencia del país respecto de los países desarrollados. La baja competitividad de la producción nacional, dada su magnitud, no se resuelve sólo con políticas de corto plazo, entre ellas las arancelarias o cambiarias. Así un probable impacto favorable resultante de una devaluación se licuaría en el corto plazo; además los beneficios se concentrarían en pocos sectores exportadores, sean estos productores, comerciales o financieros. En consecuencia, toda política unilateral de promoción de exportaciones, como ha ocurrido en el pasado, se traduciría en inflación y mayor inequidad social. La única manera de evitarlo en el tiempo, es a través de políticas de desarrollo, implementadas a partir del compromiso del sector productor de bienes y servicios de incorporar tecnología, promover las innovaciones, y desarrollar nuevas empresas, en particular de tecnología avanzada.

El análisis pormenorizado de los bienes importados y exportados por parte de las *industrias de tecnología avanzada*, permite obtener conclusiones muy significativas acerca de los problemas de productividad y competitividad de la economía argentina.

Balanza Comercial de las Industrias de Tecnología Avanzada
Dólares Corrientes - 1993-1997

INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA	IMPORTACIONES					EXPORTACIONES				
	1993	%	1997	%	Δ	1993	%	1997	%	Δ
Biotecnología	371.647.953	10,06	748.379.691	11,70	19.12	114.192.909	23,06	328.061.788	34,22	30.19
Materiales Avanzados	587.551.642	15,90	1.203.905.971	18,81	19.64	160.557.423	32,43	371.595.498	38,76	23.34
Actividad Nuclear	2.880.578	0,08	6.378.450	0,10	21.99	2.421.729	0,49	15.162.726	1,58	58.18
Tecnología de la Información	2.274.207.697	61,56	3.624.059.577	56,64	12.35	167.309.878	33,79	158.633.771	16,55	-1.32
Instrumentos Científicos, de Medición y Control	228.202.744	6,18	431.806.538	6,75	17.28	27.102.112	5,47	26.417.175	2,76	-0.64
Tecnología Aeroespacial	229.717.124	6,22	384.158.363	6,00	13.72	23.538.274	4,75	58.857.851	6,14	25.75
Total	***3.694.207.738***	***100,00***	***6.398.688.590***	***100,00***	***14.72***	***495.122.325***	***100,00***	***958.728.809***	***100,00***	***17.96***

Δ: Tasa de crecimiento media anual.
Fuente: CTVT sobre la base del Banco de Datos de Comercio Exterior del Programa de Desarrollo Regional-Nacional para la República Argentina.

Saldo de la Balanza Comercial de las Industrias de Tecnología Avanzada
Dólares corrientes - 1993-1997

INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA	DÓLARES CORRIENTES		KILOS	
	1993	1997	1993	1997
Biotecnología	-257.455.044	-420.317.903	16.849.049	-24.895.897
Materiales Avanzados	-426.944.219	-832.310.473	-4.089.885.285	-6.529.330.613
Actividades de Energía	-458.849	8784.276	-36.040	77.170
Tecnología de la Información	-2.106.897.819	-3.465.425.806	-103.645.634	-118.661.247
Instrumentos Científicos, de Medición y Control	-201.100632	-405.389.363	-4.294.821	-8.466.255
Tecnología Aeroespacial	-206.178.850	-325.300.512	-659.100	-1.138.629
Total	***-3.199.085.413***	***-5.439.959.781***	***-4.181.671.831***	***-6.682.415.471***

Fuente: CTVT- UNSAM, sobre la base del Banco de Datos de Comercio Exterior del Programa de Desarrollo Regional-Nacional para la República Argentina.

Las *importaciones* de bienes de tecnología avanzada son lideradas por las industria de tecnología de la información, materiales avanzados y biotecnología que participan en el año 1997 con el 56,64%, 18,81% y 11,70% respectivamente del total. La tasa de crecimiento medio anual para el conjunto de estas industrias es del 14,72%, siendo elevadas tales tasas para cada tipo de industria durante el período 1993-1997. Las *exportaciones* muestran en cambio el fuerte predominio de la industria de materiales avanzados (38,76%) y de la industria de biotecnología (34,22%). La tasa de crecimiento medio anual que para el conjunto de industrias es del 17,96%, es liderada por la actividad nuclear, siendo negativa en tecnología de la información e instrumentos científicos y de control.

El *saldo* de la balanza es negativo para los años 1993 (-3.199 millones) y 1997 (-5.440 millones). Este saldo negativo crece al 14% anual, impulsado por los resultados negativos que muestran los diferentes tipos de industria, excepto la actividad nuclear que pasa de un saldo negativo en 1993 a uno positivo en 1997. El saldo total negativo muestra un comportamiento similar al que exhiben las actividades industriales dinámicas. Respecto del saldo total

positivo de la balanza comercial de Argentina para todos los tipos de bienes se basa en el predominio de las commodities en las exportaciones. En cambio, el saldo de las actividades más dinámicas es negativo. En términos del saldo negativo comercial de las industrias de tecnología avanzada se debe a la creciente demanda de bienes de tecnología avanzada por parte del sistema productivo nacional, y a la débil endogeinezación de este conjunto de actividades, derivada de la ausencia de políticas científico-tecnológicas y productivas, en particular la industrial.

El año 1997 muestra que las exportaciones de bienes de las industrias de tecnología avanzada representan el 3,65% del total exportado. Con relación al total de las exportaciones manufactureras, la participación es del 5,5%, y es del 11% con respecto a las industrias dinámicas estándar que son usuarios intensivos de tales bienes. La razón: exportación / producto bruto de las Industrias de Tecnología Avanzada es elevada: 39,6% (1997). Ésta es superior a la razón: exportación / producto bruto de los sectores productores de bienes para la República Argentina: 29,7% (1997). Estos resultados muestran que el país cuenta con una estructura productiva básica capaz de superar la crisis estructural en la medida que se prioricen las políticas de desarrollo para la solución de los problemas de la producción y del empleo.

Balanza Comercial de Productos de Industrias de Tecnología Avanzada
Kilos - 1993-1997

INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA	IMPORTACIONES					EXPORTACIONES				
	1993	%	1997	%	Δ	1993	%	1997	%	Δ
Biotecnología	19.605.698	0,44	67.388.397	0,94	36,16	36.454.747	14,55	42.492.500	8,79	3,91
Materiales Avanzados	4.301.124.216	97,04	6.963.706.110	97,18	12,80	211.238.931	84,29	434.375.497	89,85	19,75
Actividad Nuclear	36.524	0,00	76.920	0,00	20,47	484	0,00	154.090	0,03	322,41
Tecnología de la Información	105.857.207	2,39	124.025.202	1,73	4,04	2.211.573	0,88	5.363.955	1,11	24,79
Instrumentos Científicos, de Medición y Control	4.800.472	0,11	9.089.081	0,13	17,30	505.651	0,20	622.826	0,13	5,35
Tecnología Aeroespacial	868.240	0,02	1.577.346	0,02	16,10	209.140	0,08	438.717	0,09	20,35
Total	***4.432.292.357***	***100,00***	***7.165.863.056***	***100,00***	***-59,58***	***250.620.526***	***100,00***	***483.447.585***	***100,00***	***17,85***

Δ: Tasa de crecimiento media anual.
Fuente: CTVT sobre la base del Banco de Datos de Comercio Exterior del Programa de Desarrollo Regional-Nacional para la República Argentina.

Balanza Comercial de Productos de Industrias de Tecnología Avanzada
Precio Unitario - 1993-1997

INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA	IMPORTACIONES			EXPORTACIONES		
	1993	1997	Δ	1993	1997	Δ
Biotecnología	18,96	11,11	-12,51	3,13	7,72	25,32
Materiales Avanzados	0,14	0,17	4,97	0,76	0,86	3,14
Actividad Nuclear	78,87	82,92	1,26	5.003,57	98,40	-62,55
Tecnología de la Información	21,48	29,22	7,99	75,65	29,57	-20,93
Instrumentos Científicos, de Medición y Control	47,54	47,51	-0,02	53,60	42,42	-5,68
Tecnología Aeroespacial	264,58	243,55	-2,05	112,55	134,16	4,49
Total	***0,83***	***0,89***	***1,76***	***1,98***	***1,98***	***0,00***

Δ: Tasa de crecimiento media anual.
Fuente: CTVT sobre la base del Banco de Datos de Comercio Exterior del Programa de Desarrollo Regional-Nacional para la República Argentina.

Los precios de exportación de los bienes por kilogramo de las industrias de tecnología avanzada son elevados. Los cuadros siguientes muestran esta disparidad para un conjunto de bienes seleccionados pertenecientes a las industrias de tecnología avanzada e industrias dinámicas estándar.

Balanza Comercial de Bienes Seleccionados de Industrias de Tecnología Avanzada
Precios Unitarios Máximos – 1997

BIENES	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES
Biotecnología		
Hormonas	5.824,11	316,35
Vitaminas	119,01	191,01
Materiales Avanzados		
Cobalto 60	23,74	56.247,33
Yodo 131	3.027,09	205,61
Adhesivos	81,90	365,90
Berilio	775,22	0
Actividad Nuclear		
Reactores nucleares	59,22	58,18
Elementos combustibles sin irradiar	-	9.520,93
Aceleradores de partículas	117,83	0
Tecnología de la Información		
Máquinas procesadores de datos	125,69	402,53
Aparatos para telecomunicaciones	115,71	111,55
Tarjetas inteligentes	105,41	646,08
Microestructuras electrónicas	116,68	228,96
Circuitos integrados montados en SMD	154,89	277,20
Cables de fibra óptica	37,51	0
Analizadores lógicos de circuitos numéricos (digitales)	118,89	277,91
Instrumentos Científicos, de Medición y Control		
Dispositivos de cristal líquido (LSD)	126,49	492,59
Telémetros	110,55	630,00
Ecógrafos	222,24	246,18
Micrótomos	133,36	208,61
Actividad Aeroespacial		
Turbopropulsores	321,48	391,72
Helicópteros	884,32	319,12
Aviones y aeronaves a turborreacción	1.042,93	720,90
Vehículos espaciales	830,65	17.142,86
Pilotos automáticos	86,96	1.000,00

Fuente: CTVT sobre la base del Banco de Datos de Comercio Exterior del Programa de Desarrollo Regional-Nacional para la República Argentina.

Balanza Comercial de Bienes Seleccionados de Otros Sectores
Precios Unitarios – 1997

BIENES	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES
Soja		
Harina de soja	0,73	0,59
Aceite de soja refinado	1,14	0,62
Aceites de petróleo o de mineral bituminoso		
Naftas	0,23	0,19
Gas de petróleo y demás hidrocarburos gaseosos		
Gas natural en estado gaseoso	2,91	0,03
Etileno, propileno, butileno y butadieno	7,26	7,15
Hidrocarburos cíclicos		
Benceno	0,34	6,19
Automóviles		
Vehículos automóviles con cilindrada > a 3.000 cm3	10,14	15,66

Fuente: CTVT sobre la base del Banco de Datos de Comercio Exterior del Programa de Desarrollo Regional-Nacional para la República Argentina.

Los *precios unitarios* (valor nominal en dólares / kilos) de exportación que promedian 0,38 dólares para el año 1997, son inferiores para los productores de la minería como gas y petróleo; la exportación de estos bienes sin procesar implica pérdida de competitividad, ingresos y empleo, por cifras millonarias. Este derroche se constata al comparar un producto como el etileno y otros derivados del gas, que alcanzan a 7,15 dólares por kilogramo. A medida que se intensifica la relación capital/trabajo en el proceso productivo sube el precio, tal como se observa en automotores. Ello se hace más evidente en las industrias de tecnología avanzada en las que el capital intangible (intelectual) es muy elevado. Ciertos productos, en particular en el sector de la biotecnología, alcanzan precios unitarios muy elevados, siendo su volumen reducido. En los casos en que las cantidades exportadas de los bienes son relativamente importantes, los precios oscilan entre 300-600 dólares por kilogramo. Referente a los bienes de la agricultura que muestran una relevante incorporación de tecnologías, su presencia en el mercado internacional se caracteriza por el volumen de las operaciones transadas, y no por elevados precios unitarios. Cabe destacar que tales precios son fijados por el comercio internacional. En consecuencia, la rentabilidad de los productores depende, además de los factores naturales, de la incorporación de innovaciones tecnológicas y organizacionales. Éste es el factor más dinámico en la agricultura. A tal fin, la agricultura depende del proceso de la industrialización en los sectores de industrias de tecnología avanzada y de las industrias dinámicas estándar, a fin de incorporar a bajo costo y sin restricciones tecnológicas, los insumos esenciales para incrementar la productividad del subsistema agricultura. El aspecto crítico, como se ha señalado, no es sólo el desarrollo desigual del sector, sino que se extiende al bajo procesamiento de sus commodities. Ello implica una significativa pérdida de valor agregado y de empleo, y acentúa la baja competitividad de la economía argentina. La ausencia de un desarrollo sistémico de la economía argentina, anula la retención de las ganancias de productividad en el comercio exterior de los sectores modernizados.

1.7. BALANCE DE PAGOS TECNOLÓGICO

De acuerdo a la información disponible, se agregan a la variable regalías otras dos que se asocian a diferentes actividades incluidas en la definición que la OECD especifica para el balance tecnológico. La especificación de tales actividades se lleva a cabo en el apartado 2.7. del presente capítulo.

Balance Tecnológico de la República Argentina
Importaciones - 1993-1997

DESCRIPCIÓN	DÓLARES CORRIENTES				
	1993	%	1997	%	Δ
Regalías	325.000.000	48,65	487.000.000	52,31	10,64
Servicios de información e informática	27.000.000	4,04	63.000.000	6,77	23,59
Servicios empresariales profesionales y técnicos	316.000.000	47,31	381.000.000	40,92	4,79
Total	***668.000.000***	***100,00***	***931.000.000***	***100,00***	***8,65***

Fuente: Con base en información de Ministerio de Economía e Infraestructra de la República Argentina.

Balance Tecnológico de la República Argentina
Exportaciones - 1993-1997

DESCRIPCIÓN	DÓLARES CORRIENTES				
	1993	%	1997	%	Δ
Regalías	7.000.000	7,61	15.000.000	10,42	20,99
Servicios de información e informática	13.000.000	14,13	44.000.000	30,56	35,64
Servicios empresariales profesionales y técnicos	72.000.000	78,26	85.000.000	59,02	4,24
Total	***92.000.000***	***100,00***	***144.000.000***	***100,00***	***11,85***

Fuente: Con base en información de Ministerio de Economía e Infraestructura de la República Argentina.

Balance Tecnológico de la República Argentina
Saldo - 1993-1997

DESCRIPCIÓN	DÓLARES CORRIENTES			
	1993	%	1997	%
Regalías	-318.000.000	55,21	-473.000.000	59,95
Servicios de información e informática	-14.000.000	2,43	-19.000.000	2,41
Servicios empresariales profesionales y técnicos	-244.000.000	42,36	-297.000.000	37,64
Total	***-576.000.000***	***100,00***	***-789.000.000***	***100,00***

Fuente: Con base en información de Ministerio de Economía e Infraestructura de la República Argentina.

La *tasa de crecimiento media anual* de las importaciones de regalías y servicios de información e informática es muy elevada, lo que refleja una fuerte dependencia del sector externo. Esto ha sido compensado en parte por el fuerte crecimiento de las exportaciones en los dos ítem antes citados. No obstante el saldo desfavorable del balance tecnológico es muy elevado, siendo creciente su evolución negativa.

Este *balance* muestra el carácter subordinado de nuestro país respecto del desarrollo tecnológico. Las exportaciones de tecnología de Argentina se dirigen básicamente a los países de América Latina, sea a través de bienes de capital con tecnología incorporada, como a través de la denominada tecnología desincorporada, representada por contratos de asistencia técnica, proyectos de construcciones industriales, licencias, asesorías. Los datos para el año

1988 (una oficina del INTI producía esta información hasta que fue desactivada a comienzos de la década del 90) muestran la distribución sectorial de este balance. Las exportaciones son de escasa magnitud y declinan para los años 1970/1988. Las importaciones se concentran en el sector industrial que representa el 84,77% del total importado en 1988. Estas importaciones comprenden bienes relacionados con la química industrial, farmacéuticos, refinerías de petróleo, bienes de capital y de tecnología avanzada. Estas tecnologías son compradas por el sector privado (91%) y provienen en su casi totalidad de los países desarrollados. Nuestras exportaciones, como se ha señalado, se dirigen a países subdesarrollados con menores exigencias tecnológicas. A esta situación desfavorable se agrega la importante cantidad de científicos y tecnólogos que formados en el país, abandonan el mismo por la falta de oportunidades y de recursos. La capacidad científico-tecnológica del país se resiente en el tiempo, y con ello se agregan más barreras que restringen el desarrollo endógeno.

2. EVOLUCIÓN DE LAS INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA EN PAÍSES DESARROLLADOS.

2.1. PRODUCCIÓN

Las industrias de tecnología avanzada y los usuarios intensivos de sus bienes muestran para la década del 90, una participación del 9% del *valor agregado total* de los países de la OECD.

El fuerte impulso de las industrias de tecnología avanzada obedece al notable incremento de sus inversiones, en particular en el *sector tecnología de la información* que evoluciona con relación al sector productivo no agrícola, del 15% (1980) al 35% (1999).

Su participación en la generación del valor agregado *manufacturero* en los países de la OECD es:

PAÍS	1970	1994	Δ
USA	18,20	24,20	1,20
Japón	16,40	22,20	1,26
Reino Unido	16,60	22,20	1,21
Francia	12,29	18,70	1,62

Δ: Tasa de crecimiento media anual
Fuente: Con base en OECD, *Knowledge for development*, Oxford University Press, 1999, p. 24.

Irlanda y Corea del Sur muestran para el año 1994 un elevado nivel de participación: 16 % y 12,5 % respectivamente.

En 1998, el valor agregado de las industrias de tecnología avanzada con relación al valor agregado *total* de la economía a precios corrientes es, para un conjunto de países seleccionados, el siguiente:

PAISES	%	PAISES	%
USA	3,7	Irlanda	7,6
Bélgica	8,3	Holanda	6,2
Suiza	11,2	Australia	5,7
Japón	3,6	Corea del Sur	5,6
Unión Europea	2,2	OECD	3,1

Fuente: Con base en OECD, *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy*, 2002, p. 203.

Los países de mayor diversificación productiva (USA, Japón, Corea del Sur) exhiben menor tasa de participación. Ello se debe a que la diversificación productiva amplifica el efecto derrame de las industrias de tecnología avanzada.

El impacto de la *economía basada en el conocimiento* se aprecia en los niveles del PBI por persona que divergen durante la década del 90 en los países de la OECD, y con mayor intensidad en los países con diferente grado de subdesarrollo. En este sentido influyen las políticas de innovación, de empleo, de ciencia y tecnología, financieras, espaciales, de desarrollo local que aplican los países miembros de la OECD. El progreso técnico incorporado a los bienes de capital, las habilidades tecnológicas desarrolladas y la intensidad de las innovaciones han sido los factores centrales para impulsar el desarrollo y el crecimiento. El notable cambio estructural registrado en las economías de los países de la OECD ha sido liderado por las industrias de tecnología avanzada, en un contexto dominado por la cooperación, vía alianzas estratégicas entre empresas. La organización territorial de estas actividades ha incidido en la formación de complejos de actividad en parques científico-tecnológicos, como se observa en muchos países, en particular en USA. Unas 200 empresas de la misma naturaleza (graduados del MIT) se hallan diseminadas en el mundo. Se estima que el producto bruto de las empresas de este tipo localizadas en USA, equivale aproximadamente a las posiciones 26/30 entre las economías más grandes del mundo (algo menos que la producción neta de Sudáfrica). La producción y el empleo generados en el interior de USA son significativos. Son elevados los impactos directos e indirectos en los complejos agroindustriales y de industrias dinámicas a las que suministran insumos portadores de cambios estructurales que a su vez generan nuevos bienes e industrias. Éstas a su vez desencadenan otras actividades y empleos. El impacto multiplicador de las industrias de tecnología avanzada y la interacción de los complejos altamente integrados, son una de las fuentes de propagación y diversificación de las pymes. Bajo estas condiciones las pymes pueden sostener elevados índices de producción y empleo.

Es importante recalcar los datos sobre producción e ingresos del Banco Mundial[7]. La información relacionada con el Producto Bruto Nacional es en

[7] BANCO MUNDIAL, *Informe sobre el desarrollo mundial*, 1997.

dólares estadounidenses y corresponde al año 1995.

El Banco Mundial clasifica los países por niveles de ingreso conforme al producto bruto por persona:

* ingreso bajo: hasta 765 dólares;
* ingreso mediano bajo: entre 766 dólares y 3.035 dólares;
* ingreso mediano alto: entre 3.036 dólares y 9.385 dólares;
* ingreso alto: 9.386 dólares o más.

Los países se agrupan en instituciones, en su mayoría regionales:

UE (Unión Europea): Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Austria, Finlandia, Suecia. De los 15 países de la UE sólo Grecia y Luxemburgo (sin datos) no corresponden al nivel de ingresos altos.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development): lo integran los 15 países de la UE. más Islandia, Noruega, Suiza, Turquía, Canadá, USA, México, Australia, Nueva Zelanda, Japón.

Todos estos países son de ingresos altos, excepto Grecia, Luxemburgo (sin datos), Islandia, Turquía, México.

Los 26 países de *ingreso alto* son 20 países de la OECD más Israel, Kuwait, Emiratos Árabes Unidos, Singapur, Corea del Sur.

NAFTA (North American Free Trade): Canadá, USA, México. Los dos primeros países corresponden al nivel de ingreso alto y México al mediano alto.

ASEAN (Association of Southeast Asian Nations): Malasia, Singapur, Tailandia, Filipinas, Indonesia, Brunei Durasalam. Sólo Singapur es de ingreso alto.

FTA (Free trade area): Australia y Nueva Zelanda. Ambos corresponden al nivel de ingreso alto.

MERCOSUR: Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay. Son países de nivel de *ingreso mediano alto*, excepto Paraguay que corresponde al nivel *mediano bajo*.

El estado de situación de los ingresos a escala mundial —133 países— se aprecia en el siguiente cuadro:

INGRESO/REGION	PAISES Cantidad	SUPERFICIE %	HABITANTES %	PRODUCTO BRUTO %
Total	***133***	***133.483.000 km²***	***5.673.000.000***	***27.486.241.000.000***
Ingreso alto	26	24	16	81
Ingreso mediano alto	17	15	8	7
Ingreso mediano bajo	41	30	20	7
Ingreso bajo	49	31	56	5
OECD	26	26	17	81
UE	15	2.4	6.5	30.4
NAFTA	3	16	7	28
ASEAN, JAPON, COREA	8	2.4	7	20
MERCOSUR	4	9	3.5	3.6
ARGENTINA	1	2	0.6	1

HONG KONG, CHINA	1	7	21	3
FTA	2	6	0.4	1.4

Los datos muestran una notable concentración de la riqueza material en los países pertenecientes en su casi totalidad a la OECD. Sólo USA (1°) y Japón (3°) producen el 44% de todos los bienes y servicios. La consolidación de la Unión Europea a partir de la aparición de la moneda *Euro* ubica a los 11 países firmantes (Portugal, España, Francia, Alemania, Bélgica, Italia, Luxemburgo, Finlandia, Austria, Holanda, Irlanda) en el segundo lugar en el mundo en la producción neta de bienes y servicios (24%). En consecuencia USA, UE y Japón alcanzan al 68% de la producción mundial. En el otro extremo, el de ingresos bajos, un conjunto de 47 países, exceptuados China e India, producen una cantidad de bienes y servicios similar al de Argentina (ingreso mediano alto) que tiene sólo el 10% de la superficie y el 3% de los habitantes de los países citados. Los dos países restantes de ingresos bajos, China e India, con el 38% de los habitantes y el 10% de la superficie total producen sólo el 3,6% de la producción mundial.

Entre los países de ingresos altos, seis de ellos (USA, Japón, Alemania, Francia, Reino Unido, Italia) superan el umbral de los 1.000.000 millones de dólares. Estos países producen el 66% del producto bruto total. El citado umbral de producción es alcanzado también por las regiones de ASEAN y del MERCOSUR.

En relación con la superficie mundial, ocho países (Federación de Rusia, Canadá, China, USA, Brasil, Australia, India, Argentina) tienen el 51% del total. La Federación de Rusia con 17.075.000 km^2 ocupa el 13% de la superficie mundial. En términos de desarrollo económico sobresale USA que con 9.364.000 km^2 (cuarto en tamaño territorial) es el mayor productor mundial de bienes y servicios: 25% del total. Ello es un reflejo de la expansión constante de las fronteras espacial, económica, tecnológica, social, cultural. Como contrapartida Japón con un territorio exiguo (378.000 km^2, algo superior al de la provincia de Buenos Aires) genera el 19% de la producción mundial; es un ejemplo notable del uso intensivo de los recursos en un espacio reducido. En ambos casos se constata una estrategia óptima de ocupación territorial que es esencial para generar mayor producción y empleo.

La República Argentina conforme a este informe se hallaba entre los países de ingreso medio-alto. En la actualidad la crisis del sistema de tipo centro-periferia se profundiza en el país: una desocupación sin precedentes, elevada marginalidad social, creciente regresividad en la distribución de ingresos, desindustrialización, fuertes desequilibrios regionales, crisis fiscal, cambiaria y monetaria que hacen declinar el ingreso por habitante en un 30% del obtenido en 1995. Esto lleva a dos conclusiones. La primera es que los islotes de modernidad no resuelven los problemas del desarrollo. La segunda conclusión es que la aplicación unilateral de la políticas de estabilización condujeron a esta crisis. Sin políticas de desarrollo no se alcanza el bienestar material, social y cultural.

2.2. ASALARIADOS

La creación de empleo es importante en las industrias de tecnología avanzada. En particular en las industrias de tecnología de la información fue para USA del 3% anual(1990-1998), 4% en Francia(1989-1996), 6% en Suecia (1993-1996). En la Unión Europea, el 25% de la fuerza de trabajo se encuentra en las industrias de tecnología avanzada. Este proceso se realimenta dado que la mayor productividad atrae a nuevos empresarios que estimulan la creación de nuevos empleos. La búsqueda de trabajadores calificados se acentúa. Del total del empleo altamente calificado en USA, el 50% corresponde a disciplinas relacionadas con la biotecnología[8].

En USA se alcanza un importante crecimiento del empleo para toda la economía. Durante 1986-1996[9] el empleo para toda la economía, excepto agricultura creció al 1,86% anual. La creación de empleo en las industrias de tecnología avanzada se aceleró; creció al 2,40% anual. Esto ocurre en un contexto donde la mayor demanda de empleo es para las actividades que requieren más conocimiento y mayor salario. En el otro extremo, el de menor productividad, asociado a menores exigencias de conocimiento, la demanda de empleo declina. En esta dispersión salarial y de conocimientos juegan un rol central las industrias de tecnología avanzada en las que dominan los procesos de innovación. En 1996 su participación en el total del empleo, excluida la agricultura, fue de 2,83%. El mayor aporte al empleo lo proporcionan las industrias de la tecnología de la información que alcanzan al 27% del total del empleo de las industrias de tecnología avanzada. Estas actividades asociadas a los usuarios intensivos de tecnología y servicios relacionados, representan un empleo sobre el total de la economía, excluida la agricultura, del 14%. El empleo *directo* se mantiene estable para el período 1986-1996. En cambio, crece el empleo hacia el interior del conjunto de industrias de tecnología avanzada, vía la creciente interacción de actividades, y hacia fuera de estas industrias, al incrementarse el empleo *indirecto* desatado por la creación de nuevas empresas y nuevos bienes que a su vez demandan conocimientos más calificados. Con relación al salario medio anual en las industrias de tecnología avanzada, éste alcanza en el año 1996 a 32.000 dólares, siendo superior a la media los salarios correspondientes a las industrias de tecnología de la información y de biotecnología. El crecimiento en valor agregado y empleo de las industrias de tecnología avanzada, con elevado salarios, han sido el motor del incremento de la productividad laboral en la economía norteamericana y un factor central en la reducción de costos. Como resultado se reduce allí la tasa de inflación durante 1990-1999.

2.3. EMPRESARIOS

Los empresarios de las industria de tecnología avanzada se originan, en

---

[8] National Science Foundation, *Employment preferences and outcomes of recent science and engineering doctorate holders in the labor market*, en Internet: www.nsf.gov/sbe/srs, October 2001.

[9] HECKER Daniel, *High- technology and employment: a broader view*, Monthly Labor Review, June 1999.

derivan de las actividades de investigación en laboratorios públicos y privados o de incubadoras, siendo sus fundadores las personas que hayan trabajado full-time en tales instituciones, y sean reconocidos como tales por las empresas[10]. No se tienen en cuentas las personas que trabajaron part-time o como consultores o visitantes en los organismos citados. Se admite que haya transcurrido cierto tiempo entre las actividades de investigación realizadas por los fundadores de las empresas y el inicio de las actividades comerciales.

En estas actividades, en particular, es importante precisar el inicio (start-up) de las actividades. Se trata de un período de tiempo en el que se definen aspectos comerciales, financieros, desarrollo y testeo del o los productos, disposición de un número inicial de clientes y de obreros, a fin de iniciar las operaciones reales en escala. Es por ello que se demanda una etapa previa que se concreta en las incubadoras de empresas.

Las industrias de tecnología avanzada, más allá de las diferencias en el mismo sector y respecto de otras del conjunto, comparten rasgos comunes en cuanto a sus fundadores: antecedentes, sentido de la independencia, reconocimiento social, la aplicación en la realidad de las ideas tecnológicas, la proyección de las habilidades técnicas y de conocimientos a la esfera comercial y la asunción de riesgos. En consecuencia, las empresas de tecnología avanzada nacen por obra de ingenieros, científicos, tecnólogos y administradores de empresas decididos a ser empresarios, arriesgando recursos propios para iniciar la actividad. En ello influye el ambiente, tal el caso de la constitución de parques científico-tecnológicos impulsados por el Instituto Tecnológico de Massachussets y la Universidad de Harvard en Boston, y la Universidad de Stanford en San Francisco.

La consolidación de estas empresas es lenta, tanto en la maduración de los productos como en el desarrollo de los mercados. El nacimiento, crecimiento y éxito de las mismas, depende de la capacidad de los empresarios para mantenerse en la frontera del conocimiento tecnológico y organizacional, a fin de generar nuevos bienes que innoven en los mercados. Además, estos empresarios deben profundizar los conocimientos sobre la compleja relación producto-mercado, cosa que no ocurre en un 40% de los casos. La consolidación en los mercados es un proceso lento de transición entre la iniciación de actividades de investigación sin fines comerciales, y el acceso a la actividad productiva que demanda un acertado proceso de transferencia de tecnología, una creciente experiencia en ventas y un mayor conocimiento sobre el funcionamiento de los mercados. Un aspecto crítico de este proceso es la escasez de recursos financieros propios de los fundadores de las empresas de tecnología avanzada. Es por ello que el Estado debe alentar y participar financieramente de estos emprendimientos con innovadoras instituciones para co-financiar la demanda de capital de riesgo. Ello reduciría la cantidad de fracasos que se registran en el proceso de consolidación de estas empresas.

En suma, se trata de empresarios tomadores de riesgo que provistos de nuevas ideas, inician actividades innovadoras. Se caracterizan por lanzar actividades que importan por su calidad y cantidad, y por la facilidad de entrada y salida de los mercados[11]. La toma de riesgos y la innovación son los

10 ROBERTS, Edward B., *Entrepreneurs in high technology*, Oxford University Press, 1991.

11 OECD, *Science, technology and industrial outlook: drivers growth; information technology, innovation and entrepreneurship*, Science and innovation, en Internet: www.oecd.org, July 2001, p. 89.

rasgos centrales que determinan la cultura empresarial, condicionados por un favorable contexto socio-económico, en los que la iniciativa empresarial y la acción del estado convergen para lograr una expansión sostenida del empresariado. La contribución del capital de riesgo como fuente de financiamiento de las empresas alcanza en USA al 0,21% del producto bruto interno y al 0,16% en Canadá.

La formación de empresarios es un fenómeno *local.* Ello realza la importancia de los factores de contexto: universidades, empresas innovadoras, las facilidades de género, edad, educación y las políticas de Estado. En este caso, son esenciales las medidas de remoción de barreras, facilidad de acceso al capital de riesgo, medidas impositivas y accionarias. Cabe señalar que la capitalización accionaria es elevada en USA: sobre 4795 empresas, la capitalización representa el 38% del producto bruto de las empresas.

La dinámica empresarial innovadora se evalúa entre otros indicadores, por la *tasa de creación de empresas* junto con las *bajas de empresas.* Estos indicadores reflejan el ambiente competitivo que predomina en el desarrollo local, regional, nacional. La intensidad de altas de las nuevas empresas innovadoras en relación con las bajas de viejas empresas dan una idea sobre la modernización de la estructura de la economía. En el trabajo de la OECD citado más arriba, se muestra que en una encuesta realizada sobre nuevos empresarios, para 20 países de la OECD, el mayor dinamismo empresarial corresponde a USA, Australia y Japón.

2.4. PRODUCTIVIDAD

La productividad total de los factores revela fuertes diferencias entre los países desarrollados y los subdesarrollados, incluso entre los países recientemente desarrollados (Corea del Sur) y los subdesarrollados (Ghana[12]). Las diferencias se explican en menos del 30% por la acumulación de capital físico y en más del 70% por factores intangibles relacionados con el conocimiento.

La tasa de crecimiento de la productividad por hora-trabajo es, para un conjunto seleccionado de países, el siguiente:

PAÍSES	1990 – 1995 Δ	1995 – 1999 Δ
USA	1,3	2,0
Japón	2,6	2,2
Corea del Sur	5,3	4,7
Irlanda	4,0	4,6
Luxemburgo	5,5	4,6
Reino Unido	1,9	1,9
Austria	s/d	2,9
Bélgica	2,3	2,4

Δ: Tasa de crecimiento media anual.
Fuente: Con base en OECD, *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy*, 2001, 200-202.

[12] WORLD BANK, *Knowledge for development*, Oxford University Press, 1999, p. 22.

Entre los países que crecen incrementando la productividad laboral y el empleo se destacan Irlanda, Corea del Sur, Luxemburgo y USA. En este último caso, el incremento de la productividad total de los factores que fue a una tasa media anual promedio de 0,6% (1991-1995) y de 1,25% (1996-1999), le permitió a USA superar el estancamiento de la productividad de la década del 80. Durante 1995-1998 la productividad laboral se incrementa en USA a una tasa media anual del 2,4%. Si se excluye la agricultura, se alcanza una tasa de crecimiento media anual del 3,3%, resultante de un incremento del empleo del 2,6% y del valor agregado del 5,9%. La participación del valor agregado manufacturero alcanza en 1998, exceptuando la agricultura, al 36%. Se registra en USA un crecimiento de la economía muy elevado, con un bajo desempleo. Se trata de un fenómeno complejo, liderado por las industrias de tecnología avanzada que aportan numerosas empresas, con elevada participación en la generación del valor agregado industrial, nuevos empleos y acelerado crecimiento de la productividad total de los factores. Cabe señalar que el valor del puesto de trabajo (índice de productividad laboral) para la industria de tecnología avanzada es de 249.278 dólares en el año 1997, siendo en el sector de computadoras y equipamiento de oficina de 438.017 dólares. El valor del puesto de trabajo para toda la industria manufacturera de USA fue de 99.300 dólares. Estos índices son significativamente superiores al de Argentina, que para el total de la industria de tecnología avanzada es de 43.637 dólares para el mismo año. Todo esto le permite a USA, ligado a una fuerte disciplina fiscal y monetaria, revertir el crónico déficit fiscal, que más allá de las medidas de control y reducción del gasto, recibe un incremento en los ingresos fiscales derivado de la mayor producción. Esta mayor producción es el resultado, entre otros factores, de la consolidación de un nuevo *sistema técnico* que integra las empresas de tecnología avanzada con las preexistentes actividades de la economía de USA.

2.5. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El indicador *intensidad tecnológica*: investigación y desarrollo (ID)/producto bruto interno (PBI) se mantiene para la década del 90 en un 2,2% para los países miembros de la OECD, siendo acelerado el crecimiento del indicador en USA y Japón. Referente a la inversión pública en ID ésta declina levemente, acrecentándose la inversión privada en investigación y desarrollo. La contribución de la inversión privada total de la inversión en investigación y desarrollo, era para los países de la OECD del 60%, habiéndose estabilizado tal inversión en el 72% en Japón. En las industrias de tecnología avanzada crecen las inversiones en salud, biotecnología, tecnología de la información y materiales avanzados, en un contexto de fuerte cooperación empresas-universidades a nivel nacional e internacional.

El indicador *intensidad tecnológica* (investigación y desarrollo/ producto bruto interno) es más elevado en las industrias de tecnología avanzada. Es uno de los indicadores que contribuye a la definición cualitativa y cuantitativa de tales industrias. A su vez, la intensidad del derrame de los productos de las industrias de tecnología avanzada hacia el resto de la economía consolida la formación del nuevo sistema tecno-económico. Ello lleva a acentuar las

ventajas de los países desarrollados respecto de los subdesarrollados.

El cuadro siguiente muestra para el año 1999, el nivel alcanzado por el citado indicador en el sector manufacturero para un conjunto de países:

Intensidad Tecnológica
1999

PAISES	%	PAISES	%
USA	2,95	Francia	2,19
Japón	3,18	Dinamarca	1,85
Suecia	3,18	Corea del Sur	1,29
Reino Unido	2,06	Holanda	1,59

Fuente: Con base en OECD, *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy,* 2001, p. 210.

El impacto del indicador *investigación* y *desarrollo* (I&D) sobre la *productividad total de los factores* (PT) es evaluado en un estudio econométrico para 16 países de la OECD, para el periodo 1980-1998[13].

- El 1% de incremento de I&D de empresas nacionales implica un incremento de 0,13% en la PT.
- El 1% de incremento de I&D externa implica un incremento del 0,44% en la PT.
- El 1% de incremento de I&D del sector público, implica un incremento del 0,17% en la PT.

El menor impacto del sector público se estima que obedece a fuertes inversiones en defensa que hacen declinar las inversiones en I&D.

Referente a las *patentes*, se registran en 1992, 32.000 patentes. De ellas le corresponden a USA el 35%, a la Unión Europea, el 32% y a Japón, el 26%. Si se mide por habitante, Suecia figura en el primer lugar con 100 patentes por millón de habitantes, y le siguen Suiza y Japón con 74 y 69, respectivamente[14].

Durante la década del 90, los países con las mayores tasas de crecimiento medio anual en el producto bruto interno: Australia, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Irlanda, Nueva Zelanda, Noruega, Suecia, USA, registran un nivel de patentes superior al promedio de países de la OECD.

El comportamiento de la economía basada en el conocimiento, cuyo núcleo más dinámico son las empresas de tecnología avanzada, se destaca por sus inversiones en educación superior, en investigación y desarrollo y software. La inversión pública y privada en los citados indicadores ha alcanzado al 4,7% del producto bruto interno. Conforme a la OECD alcanza al 10% si se incorporan todos los niveles educativos. Los países que lideran en

---

[13] OECD, *Science, technology and industrial outlook: drivers growth; information technology, innovation and entrepreneurships*, Science and innovation, en Internet: www.oecd.org, July 2001, p. 55.

[14] OECD, *The knowledge based-economy*, en Internet: www.oecd.org, Paris, 1996.

este campo son USA, Suecia, Corea del Sur, Finlandia. Durante los 90, *la inversión* basada en el conocimiento crece en el ámbito de la OECD, un 3,4% anual, mientras que la inversión tangible lo hace a menor ritmo (2,2%). Estas tasas de crecimiento son mayores en las industrias de tecnología avanzada.

La solidez de la economía del conocimiento en los países de la OECD se refleja en la cantidad de ciudadanos que ha completado la educación secundaria: entre 25-64 años, el 65% del total de habitantes ha completado este nivel, en tanto que quienes han completado el ciclo superior universitario representan el 14% de total de habitantes, siendo muy fuerte el crecimiento en las carreras de base científico-tecnológica.

La estructura de la inversión en conocimientos y formación del capital fijo bruto se aprecia en el siguiente cuadro para el año 1998.

Inversión en Conocimiento y Formación del Capital Fijo Bruto
(% del producto bruto interno)

PAIS	INVERSIÓN EN CONOCIMIENTO					FORMACIÓN DEL CAPITAL FIJO BRUTO			
	TOTAL	I&D	SOFTWARE	GASTO EDUCACIÓN SUPERIOR	Δ	TOTAL	MAQ. Y EQUIPO	OTROS	Δ
USA	6,0	2,6	1,5	1,9	3,9	19,6	9,4	10,2	1
Japón	4,7	3,0	1,1	0,6	2,9	26,8	10,5	16,3	-1,2
Corea del Sur	5,2	2,6	0,4	2,2	--	29,8	8,9	20,9	0,7
Suecia	6,5	3,8	1,9	0,58	4,3	22,9	7,1	15,7	0,8
Austria	3,9	1,5	1,2	1,2	4,0	23,8	8,7	15,1	6,2
UE	3,6	1,8	1,0	0,7	3,1	19,9	8,0	11,9	0,4
OECD	4,7	2,2	1,2	1,2	3,4	21,0	9,0	12,0	2,2

Δ: Tasa de crecimiento media anual, 1990-1998.
Fuente : OECD: *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy*, 2001, p. 146.

Las *inversiones* en investigación y desarrollo muestran una creciente contribución del sector privado para los países de la OECD. En la década del 90 crecen los fondos del sector privado que se invierten en investigación y desarrollo: pasa del 57% al 67% en USA, se mantiene estable en Japón (72%) y en la Unión Europa asciende del 52% al 55%, siendo relevantes los fondos destinados a investigación básica. Aproximadamente un tercio de estas inversiones son llevadas a cabo por las industrias de tecnología avanzada. Las participaciones en la investigación y desarrollo respecto del PBI se observa en el siguiente cuadro:

Inversión en Investigación y Desarrollo
% del producto bruto interno

PAIS	1991			1999		
	TOTAL	ESTADO	EMPRESAS	TOTAL	ESTADO	EMPRESAS
USA	2,72	1,16	1,56	2,64	0,88	1,76
Japón	2,82	0,64	2,18	3,04	0,85	2,19
UE *	1,90	0,80	0,99	1,85	0,68	0,99

OECD *	2,24	0,88	1,32	2,21	0,76	1,40

* = Los datos se completan con los estimados sobre la inversión externa en ID.
Fuente: Con base en OECD, *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy*, 2001, 147-155.

La inversión en investigación y desarrollo de las empresas de tecnología avanzada con relación al total que se invierte en sector manufacturero es muy elevada. Alcanza en 1999, al 60% en USA, en tanto que para los países de la OECD es del 52%. Cabe señalar que el resto de la inversión se concentra en alta proporción en las denominadas empresas de *intensidad media-alta tecnológica,* que son los usuarios que más demandan bienes originados en las industrias de tecnología avanzada. En Japón y Corea del Sur es elevada la inversión en investigación y desarrollo en las industrias de intensidad medio-alta tecnología. Éstas son, entre otras: química, excepto farmacéuticas, motores, maquinaria eléctrica, maquinaria y equipo, equipo ferroviario, automotores. Este conjunto de industrias son los usuarios más relevantes de insumos y bienes generados por las industrias de tecnología avanzada.

Inversión en Investigación y Desarrollo en Industrias de Tecnología Avanzada (% sobre Inversión Total en I&D del Sector Manufacturero)

PAÍS	1991	1995	1999
USA	60,9	60,7	59,9
Japón	37,4	39,3	43,3
Corea del Sur	--	44,4	58,8
Francia	57,4	55,7	54,5
Suecia	53,7	51,5	58,1
UE	--	45,5	46,0
OECD	--	50,7	52,2

Fuente: Con base en OECD, *Science, Technology and Industry Scoreboard. Towards a Knowledge-based Economy. Science and Innovation*, OECD, 2001, p. 155.

2.6. BALANZA COMERCIAL

La balanza comercial muestra para los países de la OECD durante la década de los 90, un fuerte incremento de los bienes y servicios generados por las industrias de tecnología avanzada en el total de manufacturas exportadas[15]. Se incrementa del 18% en 1990 al 25% en 1999, con un crecimiento medio anual para el período 1980-2000 del 4%, que se acelera a partir de 1995. Los bienes como los farmacéuticos, radios, televisores, equipos de comunicaciones, computadoras, fortalecen el lado comercial favorable en el sector manufacturero.

La evolución de la *exportación de bienes* de las industrias de tecnología

[15] OECD, *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy*, 2001.

avanzada es significativa y acarrea profundos cambios estructurales. En 1976 es, para países de la OECD, el 11% del volumen total transado. En 1996 alcanza al 22%. Asimismo, las industria intermedias de tecnología (son los usuarios más importantes de las industrias de tecnología avanzada) pasan del 22% al 32%. Ello ocurre porque es elevado el efecto derrame desde las industrias de tecnología avanzada a las industrias intermedias de tecnología.

La participación de las industrias de tecnología avanzada en las exportaciones con relación al total manufacturero exportado es:

Exportaciones ITA / Total Manufacturero
Dólares corrientes - 1970-1993

PAIS	1970	1993	Δ
USA	25,90	37,30	1,60
Japón	20,20	36,70	2,60
Reino Unido	17,10	32,60	2,90
Francia	14,00	24,20	2,30

Δ = Tasa de crecimiento medio anual.
Fuente: Con base en OECD, *Knowledge for development*, Oxford University Press, 1999, p. 24.

Datos para 1999 muestran una participación más elevada de las exportaciones de las industrias de tecnología avanzada respecto del total manufacturero exportado:

Exportaciones ITA / Total Manufacturero
Dólares corrientes - 1999

PAISES	%	PAISES	%
USA	38,30	Suecia	27,00
Japón	30,73	Holanda	25,14
Corea del Sur	34,15	Francia	23,10
Reino Unido	32,38	UE	21,50
Irlanda	49,20	OECD	25,40

Fuente: Con base en OECD, *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy*, 2001, 207-210.

En consecuencia, en el comercio internacional se acelera el avance de las industria de tecnología avanzada. Durante 1990-1999, la tasa de crecimiento medio anual, es la siguiente:

Tasa de Crecimiento Medio Anual
1990-1999

PAISES	Δ	PAISES	Δ
USA	9,8	Australia	9,7
Finlandia	17,5	Irlanda	17,4
Holanda	10,9	Suecia	11,4
Bélgica	10,6	Reino Unido	7,9
UE	8,8	OECD	8,7

Δ: Tasa de crecimiento medio anual.
Fuente: Con base en OECD, *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy*, 2001, 203-210.

Con respecto a estas elevadas tasas de crecimiento medio anual en las industrias de tecnología avanzada de los países desarrollados, Argentina alcanza para el período 1993-1997 una tasa muy elevada (17,96%), superior a la de Irlanda. También son importantes las exportaciones de la industria de tecnología avanzada de Argentina si se compara con países que tienen una mayor producción (Australia, Canadá y Noruega producen para el año 1994 bienes de tecnología avanzada que representan el 12,20%, 12,60% y 9,4% de la producción manufacturera de tales países). En efecto, para el año 1993 las exportaciones de los citados países fueron el 10,30%, 13,40% y 10,70% respectivamente, en tanto que para Argentina tal participación fue del 5,5% (1997).

Entre los países que durante la década del 90 incrementan sustancialmente la producción e inversión en industrias de tecnología avanzada se destaca Australia. Este país muestra un pobre desarrollo durante la década del 80, como resultado de su concentración en la producción de bienes primarios (agro e industria) y la baja competitividad de sus productos manufactureros tradicionales. La restricción en su balanza de pagos[16] arroja resultados magros, tanto con políticas cambiarias que implican sobrevaluación como con políticas de devaluación. Con sobrevaluación, se reduce la posibilidad de incrementar las exportaciones, al tiempo que se encarecen las importaciones. Con la devaluación, si no se cumplen las condiciones de Marshall- Lerner (las elasticidades precio de bienes exportados e importados superan la unidad, en valor absoluto) se anulan las ventajas de corto plazo de la misma, a lo que se asocia la baja elasticidad ingreso de la demanda de bienes exportados y el creciente endeudamiento externo que se eleva por el aumento de servicios de la deuda. También se afecta el poder de compra de los asalariados. A todo esto se agrega la incidencia negativa de los factores no-precio (calidad, confianza, rapidez de envíos, cadena de distribución, flexibilidad en respuesta a demandas en el mercado local, etc.) que resienten la competitividad en los mercados internacionales. Concurren a agravar estos problemas los fuertes subsidios que reciben los productos primarios en los países desarrollados. En este contexto para mantener el valor de las exportaciones, con tendencia declinante en los precios, se debe disponer de un mayor volumen en los bienes exportados, estrategia difícil de concretar por las restricciones señaladas. Este tipo de encierro sólo se supera con el

[16] McCOMBIE, John S. L. y THIRLWALL A. P., *Economic growth and balance-of-payment constraint*, St. Martin Press, Inc.,1994, 534-551.

desarrollo de nuevos bienes manufactureros, diferenciados y con la incorporación de los factores no-precio para impulsar la competitividad. La importante presencia de Australia en el desarrollo de industrias de tecnología avanzada, durante la década del 90, revela un cambio de dirección en el uso de las políticas económicas. Se complementan las políticas de desarrollo con las de estabilización.

Si se compara para el año 1997, la participación en la producción y en las exportaciones de bienes de las industrias de tecnología avanzada, de USA con Argentina, se observan fuertes diferencias. La participación del primero respecto del producto bruto manufacturero es del 24%, siendo su participación en el comercio exterior de manufacturas cercano al 40% del total. Argentina tiene el 4,97% y el 5,5% respectivamente. En este último caso, la importante participación en la producción ocurre en un período de fuerte desindustrialización. En un país con una fuerte incidencia del complejo agroindustrial en las exportaciones (56%), las industrias de tecnología avanzada reducen su participación en el total exportado de bienes al 3,65%. Esta participación es baja, lo que refleja un erróneo proceso en la *creación* y *asignación de recursos* que opera en dos aspectos del desarrollo económico, social e institucional del país. El primero ocurre en la relación conocimiento-producción. La Argentina se destaca por su esfuerzo en la formación de recursos y en la investigación. No obstante, es reducida su utilización en el proceso productivo-social. El segundo, se manifiesta en la relación interindustrial, donde es bajo el efecto derrame entre las industrias de tecnología avanzada y el resto de las actividades económicas. En todo esto, han incidido factores institucionales y culturales y la carencias de políticas productivas, en particular las industriales, y de ciencia, tecnología e innovación.

2.7. BALANCE DE PAGOS TECNOLÓGICO

Este *balance* se centra básicamente en las transacciones sobre tecnología desincorporada. Comprende cuatro categorías principales[17]:

- Patentes, licencias, know-how.
- Ventas, franquicias de diseños, marcas de fábrica, modelos.
- Servicios con contenido técnico: estudios de ingeniería y asistencia técnica.
- Investigación y desarrollo industrial.

El balance es muy favorable para USA conforme a los datos de OECD del trabajo antes citado. Durante el período 1990-1999, se muestra un notable incremento en su saldo favorable de ingresos y pagos, que crecen al 6,2% anual. Tales ingresos y gastos representan para el año 1999, con relación al total de OECD, un 40% para ambos. Es negativo el saldo para la Unión Europea que se incrementa en un 6,4% anual. Como se trata de países desarrollados, en esta fase de la actual revolución científico-tecnológica, han

[17] OECD, *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy*, 2001, p. 114.

sido más intensas sus importaciones que las exportaciones, excepto para el Reino Unido. El creciente saldo favorable de este último país, lo mismo que para Japón (ambos evolucionan de saldos negativos a crecientes saldos positivos), permiten alcanzar un saldo favorable para toda la OECD, saldo que crece al 10,6% anual. Los datos revelan el firme liderazgo de USA en el proceso de materialización del conocimiento y desarrollo tecnológico acumulado. Ello obedece al proceso de desarrollo de la innovación en un contexto favorable institucional, económico, social y cultural.

Las *licencias* y *regalías* crecen en los países desarrollados para el periodo 1985-1995, de 6,8 billones de dólares a 60 billones de dólares, es decir, su tasa de crecimiento medio anual fue del 12%.

3. COMPARACIÓN ARGENTINA - PAÍSES DESARROLLADOS

La comparación económica, social, tecnológica y cultural entre Argentina y los países desarrollados, en particular USA permiten obtener tres conclusiones relevantes:

- En el plano teórico, se demuestra tanto con un modelo multisectorial estático[18] como dinámico[19], que la aparición de nuevas industrias, en particular con elevada intensidad tecnológica, incrementa la producción y el empleo.
- Se confirma empíricamente, que en los países desarrollados se cumple aproximadamente la hipótesis antes citada.
- Empíricamente, en los países subdesarrollados, la hipótesis no se cumple.

La diferencia entre los países desarrollados y subdesarrollados entre ellos la República Argentina, reside en que los primeros, mediante estrategias de coevolución de las variables macroeconómicas y de desarrollo, alcanzan un desarrollo endógeno sustentable. En cambio en los países subdesarrollados, la ampliación de las actividades productivas son el resultado de la incorporación exógena de las mismas y de las tecnologías que la acompañan. En este sentido, los procesos de innovación cubren los tramos de la imitación, adaptación, pero no de autonomía tecnológica. Ésta, si ocurre, queda encerrada en islotes de modernidad. En consecuencia, el proceso de difusión queda encerrado en pocos sectores, y se agrava por el truncamiento de los eslabonamientos. Esto resiente la integración y completitud del sistema productivo nacional, regional y local. En este contexto, la oferta de conocimientos endógena es excedente, lo que facilita su desplazamiento al exterior. La baja integración de las modalidades de aprendizaje (en particular por el uso, la práctica, la interacción y la investigación y desarrollo), la falta de armonía en la complementación interindustrial y el errático proceso de

[18] SIMON, Herbert, *Effects of technical change in the Leontief model*, in KOOPMANS, T.,C., *Activity analysis of production and allocation*, John Wiley, 1951.

[19] MORISHIMA, Mischio, *Equilibrium, stability and growth*, Clarendon Press, Oxford, 1964.

adopción de las innovaciones, son también factores que conspiran contra el desarrollo de la economía argentina. En el caso de las industrias de tecnología avanzada, si bien su evolución es importante, se registran fuertes factores de freno. En el campo de la tecnología de la información, la destrucción del desarrollo electrónico y microelectrónico mantiene a las industrias de hardware en la etapa de la imitación y ensamblaje de actividades. El desarrollo de las industrias de software es más alentador, pero limitado por la lenta evolución endógena del hardware y al bajo desarrollo de la economía argentina. En la actividad nuclear y de materiales avanzados se observa autonomía tecnológica en el ciclo de combustibles, construcción de reactores y materiales avanzados relacionados con la superconductividad. Con relación a biotecnología se alcanza autonomía tecnológica en productos destinados a la agricultura y la salud. Las industrias de tecnología avanzada muestran todavía una baja integración entre las mismas, y es desigual su interrelación con el resto de las actividades productivas y sociales. Todo ello, en un contexto donde el Estado se halla ausente. En la Argentina este problema se acentúa porque el país elige, desde hace 37 años, políticas de estabilización, en particular la iniciada en 1991 que propone la estabilización sin tener en cuenta el desarrollo endógeno de la economía. Ello implica que para que se cumpla la hipótesis teórica de desarrollo endógeno sustentable, el país debe basarse en su potencial de desarrollo para acceder a la mayor producción, empleo y bienestar.

4. BRECHA DE DESARROLLO

La relación entre los países desarrollados y la Argentina muestra un crecimiento de la brecha económica, científico-tecnológica y social. El análisis comparado no favorece a la Argentina, ni siquiera responde a la hipótesis de países líderes-países seguidores. El país queda encerrado en la relación centro-periferia, reflejo de fracasadas políticas de corto plazo, llevadas a cabo a expensas del desarrollo. Targetti y Foti, citados en el capítulo IV, se basan en un modelo de crecimiento acumulativo asociado a la hipótesis de países lideres-países seguidores (*hipótesis de alcance*). En el trabajo de los autores citados se muestra el encierro económico de la Argentina, entre otros países latinoamericanos. Durante el período 1950-1973 la relación de productividad laboral entre USA (base 100) y la Argentina, favorece a éste al crecer la relación en un 0,13%. Este leve crecimiento frente a la economía más desarrollada del mundo alienta el desarrollo de un proceso de convergencia. Esto se desvanece en el período 1973-1988 en el que la comparación relativa muestra una caída para Argentina del 1,4% anual. Esta brecha se ensancha desde 1988 hasta hoy debido, entre otras causas, a la intensificación productiva en USA de las industrias de tecnología avanzada.

La comparación internacional no es favorable para la Argentina. Hacia el interior, su economía exhibe retrocesos en todos los sectores. Con relación a la balanza comercial, la pérdida de competitividad estructural en su conjunto se agudiza a partir de la década del 90. La balanza comercial es el reflejo de la capacidad productiva de un país; y mejorar la competitividad implica atacar

las falencias del desarrollo nacional, regional, local.

El mayor posicionamiento del sector agricultura en el comercio mundial arrastró una dualidad interna que determinó quiebras masivas y empobrecimiento de importantes pymes agropecuarias. Un segmento del sector que incorporó tecnología bajo modalidades financieras y de arriendo de tierras, impulsó con otros sectores pymes y grandes empresas un incremento sustancial de la producción. Este conjunto de actividades junto con la explotación minifundiaria, han acentuado la degradación de los suelos, no obstante las posibilidades tecnológicas de mejorarlo vía innovaciones agropecuarias. El Estado, por su lado, estuvo ausente, no sólo para defender los intereses de sus productores en el comercio internacional; tampoco lo hizo con relación a los restantes sectores productivos de la economía. No adoptó medidas de desarrollo global ni regional. El sector agropecuario quedó escindido entre un sector modernizado y otro endeudado, empobrecido, que no tuvo a su disposición ninguna estrategia de difusión de las innovaciones tecnológicas, comerciales y financieras. Asimismo, los precios que exhibe la balanza comercial para el complejo agroindustrial muestran la gravedad de la pérdida de competitividad al debilitarse la agregación de valor en los eslabonamientos agroindustriales Ello revela la miopía de las decisiones de política económica de corto plazo al no disponer de medidas coherentes para reducir los costos funcionales. Además, están ausentes las medidas de desarrollo para bajar los costos estructurales.

Hacia 1960, la Argentina producía un tercio del volumen actual de la agricultura, siendo menor su brecha de desarrollo respecto de USA. La desocupación era del 4%, siendo irrelevante su deuda externa, y con un estándar de vida de 2.000 dólares por habitante, promedio que se distribuía más equitativamente que en la actualidad. En ese contexto la creciente gravitación del sector manufacturero, esencial para la demanda de empleo y para la expansión de una agricultura moderna y de mejores servicios, era desde el punto de vista dinámico, el motor de crecimiento de la economía. En la actualidad, el proceso de desindustrialización, ligado a una expansión ineficiente de los servicios, elevada desocupación, marginalidad social creciente y un fuerte endeudamiento externo, no alcanzan a ser compensados por el sector agricultura (debajo de su pleno desarrollo potencial por las causas antes señaladas), que se convierte en uno de los pocos sectores en expansión, junto con el notable crecimiento del sector financiero, altamente especulativo. El agro con su desarrollo desigual, espera para la temporada 2001-2002, una producción de más de 60 millones de toneladas de cereales y oleaginosos. Su crecimiento unilateral y desigual es insuficiente para romper el círculo vicioso del subdesarrollo. En efecto, frente a un actualizado y productivo sector de la agricultura se levanta la agricultura endeudada, con 12 millones de hectáreas hipotecadas y 200.000 productores menos. El islote de modernidad no se difunde a todo el sector, al tiempo que muestra un frágil desarrollo en los eslabonamientos agroindustriales. El país necesita de un desarrollo vigoroso y de una integración del tejido industrial, en particular en las industrias de tecnología avanzada, esenciales para la difusión de una elevada productividad en el agro y los servicios. Los islotes de modernidad en el agro, también notorios en los truncados eslabonamientos de las actividades industriales, generan falsas imágenes sobre el desarrollo del país, y en lo esencial revelan la incapacidad del modelo dominante para la superación de las relaciones centro-periferia.

En el terreno de las *inversiones*, las de infraestructura, en particular la

vial, ferroviaria y aérea perpetúan las vías de comunicación funcionales para el viejo país dependiente. La falta de construcción de viviendas para los sectores más necesitados se ha agravado. La inversión en bienes de capital y equipos es insuficiente para incrementar la producción y el empleo. Su inversión intangible no es relevante.

Referente al *ahorro* necesario para sostener las inversiones, la situación es crítica en términos de un desarrollo endógeno sustentable. El *ahorro público* no existe, en parte debido al fuerte endeudamiento de la nación, en parte por la elevada evasión impositiva y previsional que limita los ingresos fiscales, a lo que se asocia a una creciente corrupción e ineficacia del aparato estatal. El *ahorro de las corporaciones es* reducido. Éstas, en un contexto de fuerte concentración económica se han endeudado fuertemente; las fuentes de autofinanciamiento han sido insuficientes para sostener al conjunto de actividades. El *ahorro externo* se ha volcado en elevada proporción a la especulación, en detrimento de la inversión directa. Además, las compras de activos existentes en el país no implican mayor crecimiento. La disponibilidad del ahorro externo no es ilimitada como sostiene la ortodoxia teórica. El ahorro externo es importante si se traduce en inversiones de infraestructura y en actividades innovadoras. El *ahorro interno* sigue siendo la variable estratégica esencial para el desarrollo. Entre los componentes del ahorro interno, el *ahorro de las personas*, es en la actualidad el más relevante. Es una modalidad de ahorro estratégico para acceder a un desarrollo endógeno sustentable. Este tipo de ahorro fue esencial en el pasado para concretar inversiones en el espacio nacional, regional y local, pero no es hoy, eficientemente asignado a inversiones reproductivas.

En resumen, el desarrollo endógeno es sustentable si se parte del incremento de las capacidades de ser y de hacer de los ciudadanos, en un contexto de equidad, de democracia plena y de un desarrollo material basado en la creciente endogeinización de la ciencia y la tecnología. La Argentina, ha sido encerrada en una estrategia de crecimiento exógeno que ha fracasado, en lo económico, social y cultural. En tanto no se elijan estrategias de desarrollo endógeno, no se romperá con el atraso de una economía basada en el crecimiento unilateral, desigual, de un segmento de la agricultura, del capital concentrado en grandes corporaciones que sólo son islotes de modernidad, y de actividades financieras que privilegian la especulación y la corrupción. Todo ello en un contexto de fuerte desocupación, marginalidad social y destrucción del tejido productivo, cultural y social.

5. HECHOS ESTILIZADOS

La noción de *hechos estilizados* es uno de los recursos metodológicos del realismo crítico. En la introducción y el capítulo I, al tratar las contribuciones de Kaldor, se señala entre otras, la que realizara sobre esta noción como herramienta para la elaboración de hipótesis teóricas.

Kaldor, en su último trabajo[20] define los hechos estilizados como los hechos empíricos que se reiteran con regularidad durante un cierto período de tiempo. La palabra *estilizados* se relaciona con hechos que en las ciencias sociales no tienen la precisión ni las implicaciones que exhiben en las ciencias naturales. Tales hechos pueden contradecir, sin alcanzar a refutar las teoría convencionales. Con el tiempo, en la medida que tales hechos sirven de base para la construcción de teorías alternativas, sí llegan a desecharlas. Referente a la regularidad empírica de los hechos estilizados, ellos reflejan *tendencias* profundas sobre el funcionamiento de la economía, en un momento histórico determinado. Tales tendencias no siempre se manifiestan empíricamente.

La nueva estructura económico-social que emerge como resultado de la presente revolución científico-tecnológica, y que tiene como núcleo impulsor a las industrias de tecnología avanzada, permite identificar hechos que por su reiteración y regularidad se afirman como estilizados.

Las conclusiones cualitativas y cuantitativas respecto de las industrias de tecnología avanzada abren el camino para la identificación de los siguientes *hechos estilizados*:

- La tasa de crecimiento media anual de la producción neta de las industrias de tecnología avanzada supera a la del sector manufacturero.
- La tasa de crecimiento media anual de empleo para toda la economía es impulsada por la creación directa e indirecta del empleo generado por las industrias de tecnología avanzada.
- El salario medio nominal en las industrias de tecnología avanzada supera al salario medio nominal del sector manufacturero.
- La tasa de crecimiento medio anual de la productividad laboral en las industrias de tecnología avanzada supera a la del sector manufacturero.
- El costo del producto por obrero (índice de productividad laboral) supera en promedio al del sector manufacturero.
- Las inversiones en investigación y desarrollo, el predominio de las inversiones intangibles y de personal calificado, la intensidad de las innovaciones y el desarrollo de mercados diferenciados, son rasgos dominantes en las industrias de tecnología avanzada.
- El cambio estructural desatado por las industrias de tecnología avanzada lleva a la formación de un nuevo sistema técnico.
- Los rendimientos crecientes, estáticos y dinámicos que motorizan las industrias de tecnología avanzada tienden a generalizarse a todo el sistema económico- social.
- La brecha de desarrollo entre las naciones se profundiza con el acelerado crecimiento en las naciones desarrolladas de las industrias basadas en el conocimiento.
- La brecha de desarrollo en los países subdesarrollados disocia aún más el círculo virtuoso conocimiento-actividades productivas y sociales.

---

[20] KALDOR, Nicholas, *Economics without equilibrium*, M. E. Sharpe Inc., Armonk,1985, 7-10.

Los hechos estilizados descriptos conducen al análisis crítico y a la propuesta de nuevas alternativas en los procesos de medición económica y de modelización del sistema económico.

6. CONTRADICCIONES

La evaluación cualitativa-cuantitativa que se desprende del presente trabajo y del relevamiento realizado en la Universidad Nacional de General San Martín[21] apreciar contradicciones en el estado de situación actual de las empresas de tecnología avanzada en la República Argentina. Si bien se trata de una primera aproximación en la evaluación de las mismas, es importante la detección de contradicciones para saber si en el futuro serán superadas o no. En ellas, han incidido las políticas económicas desacertadas, la persistencia de factores culturales negativos y errores de gestión por parte del sistema empresarial.

- Las empresas de tecnología avanzada operan con la mejor práctica tecnológica alcanzando en algunos casos la autonomía tecnológica (ciclo de combustible nuclear, satélites, proteinas recombinantes, entre otros productos). En cambio, los resultados que exhiben en términos de la innovación organizacional, en particular las empresas nacionales, no son satisfactorios. En ello influyen tradiciones culturales que no tienen en cuenta la necesaria complementariedad de ambos tipos de innovación: tecnológica y organizacional, para alcanzar mayor competitividad. Es una de las causas de fracaso de las actividades empresariales en las industrias de tecnología avanzada a nivel internacional.
- La histórica desconexión que se manifestaba entre las universidades y laboratorios de investigación gubernamentales, y las industrias de la segunda revolución industrial, no ha sido superada aún con la presencia de las industrias de tecnología avanzada.
- Las actividades de investigación y desarrollo, si bien muestran en la República Argentina una insuficiente asignación de recursos por parte del Estado, esto se ve agravado por una participación mucho menor del sector privado. En las industrias de tecnología avanzada se mantiene esta tendencia. El Estado ha hecho aportes crediticios significativos al desarrollo de las empresas de tecnología avanzada.
- La complementariedad que exhibe el sistema industrial se deteriora por el proceso de desindustrialización de los últimos 10 años. Las nuevas actividades de tecnología avanzada no han alcanzado un crecimiento que permita un desarrollo pleno del nuevo sistema técnico. Conspira para alcanzar tal objetivo, la carencia de políticas de desarrollo y un Estado que

[21] HERNÁNDEZ, Ruby Daniel, *Las industrias de tecnología avanzada*, Centro de Transferencia y Vinculación Tecnológica, Universidad Nacional de General San Martín, Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, 2002.

ha abandonado responsabilidades en los campos económico, social, institucional y cultural.

- El Sistema Nacional de Innovación (red de instituciones públicas y privadas relacionadas con los procesos de innovación) no supera la fase de la definición conceptual. Operativamente, la falta de interacción entre las instituciones reduce la producción de sinergias, esenciales para el desarrollo económico.

- En el campo de la innovación no se visualizan aún las ventajas de operar en complejos de actividad, polos y parques científico-tecnológicos, redes, alianzas y las posibilidades que ofrece el desarrollo local- regional. Como contrapartida, el Sistema Nacional de Innovación no promueve satisfactoriamente actividades institucionales (empresas spin-offs, incubadoras, formación de emprendedores). Además las empresas operan en un contexto en el que, excepto en muy pocas instituciones, no se identifican críticamente los factores que retrasan la adopción de tecnologías.

- En el campo del aprendizaje las empresas de tecnología avanzada priorizan el mismo por la práctica y no las modalidades de aprendizaje que las caracterizan (investigación y desarrollo, por el uso, por interacción). Ello afecta la dirección y sentido de la capacitación en estas industrias. La elevada productividad que generan las industrias de tecnología avanzada y la demanda de sus bienes en todo el sistema económico, debieran modificar las pautas tradicionales de la educación y el aprendizaje.

- En el mercado de tecnología se aprecia la disociación entre la adquisición del know- how (cómo se hace), y el know-why (saber por qué se hace). Esta disociación implica que la dependencia tecnológica se perpetúa, al no poder el país subdesarrollado acceder al conocimiento básico relacionado con la tecnología transferida. Ello acentúa el carácter de seguidor pasivo de un país, en detrimento del desarrollo de estrategias para alcanzar la autonomía tecnológica en ciertos sectores claves, tal como lo hacen los países lideres.

- Las industrias de tecnología avanzada muestran un bajo impacto en la base económica local-regional, que se agudiza por la ausencia de estrategias de desarrollo local-regional-nacional.

CAPÍTULO 7

MEDICIÓN ECONÓMICA

La calidad y alcance de la *medición* de los hechos económico-sociales, científico-tecnológicos e institucionales es esencial para una consistente toma de decisiones. Ésta pierde eficacia, si la información es parcial y de baja credibilidad. Además, la pérdida de información (entropía) incrementa el desorden en el sistema que se estudia. La reducción de los problemas citados determina la priorización de una eficiente producción, almacenamiento y transmisión de información. En el caso de las industrias de tecnología avanzada las actividades de medición cobran singular relevancia, dado que se plantean problemas de clasificación y emergen nuevos conceptos y relaciones que demandan la construcción y perfeccionamiento de los indicadores correspondientes.

Los problemas de medición expuestos requieren, para su mejor comprensión y solución, un encuadre teórico-técnico e institucional consistente.

1. MARCO TEÓRICO-TÉCNICO E INSTITUCIONAL

1.1. SISTEMA DE INFORMACIÓN

Un sistema de información es un lenguaje simbólico que se estructura a partir de datos y procesos de información. Se destacan, entre otros aspectos, el de medición y la elaboración de bancos de datos.

La *producción* de la información económica y su *almacenamiento* en bancos de datos deben responder a principios de eficiencia y eficacia respecto de su contenido. Ello depende de la optimización de la secuencia:

Teoría - Medición - Datos

La intensidad del proceso de *realimentación positiva* que registre esta secuencia, es esencial en la producción y almacenamiento de información conceptualmente significativa.

Las innovaciones radicales aportadas por la revolución informática, en particular el notable desarrollo de los componentes del hardware y del software, han desplazado la atención desde la producción de la información cuantitativa y cualitativa al de almacenamiento y procesamiento de la misma. A ello se agregan las carencias y distorsiones que soporta la producción de información, sea por estrechez de recursos, sea por las decisiones de los hacedores de política quienes

sea por otros actos de defraudación en la producción de información.

El almacenamiento de la información en bancos de datos depende del rigor conceptual y metodológico que se aplique al proceso de construcción de los mismos. La información no significativa, *basura*, contenida en los bancos de datos incrementa los costos de mantenimiento y reduce la eficacia del proceso de toma de decisiones.

La elaboración de los bancos de datos debe ajustarse, entonces, a los requerimientos teóricos, metodológicos y de medición, esenciales para la producción, almacenamiento y procesamiento de la información.

1.2. REQUERIMIENTOS TEÓRICOS

Los diversos programas de investigación demandan información con una doble finalidad. La *primera* es la realización de tests econométricos destinados a validar determinadas hipótesis teóricas o el conjunto de hipótesis contenidas en un modelo. La *segunda* es la construcción de modelos empíricos destinados a describir, explicar y simular predicciones y medidas de política económica.

La incorporación e intensificación en el uso de *métodos científicos* (hipotético-deductivo, axiomático, inducción, abducción, observacional, experimental) profundizan el rango científico de la economía e incorporan enfoques y herramientas que, por un lado intensifican la demanda de información, y por el otro requieren optimizar el uso de la información disponible.

El *enfoque de sistema* reúne categorías, conceptos, propiedades, técnicas, que facilitan la comprensión del mundo real. Esto se expresa en una *estructura* simbólica cuyos elementos y relaciones conforman un todo diferente a los elementos que lo componen. En este proceso se destacan dos sistemas: uno, el de conocimiento y dos, el de información.

El *sistema de conocimiento* del mundo real es el resultado de procesos de abstracción respecto de los fenómenos y objetos reales, los que determinan categorías y relaciones formalizadas en lenguajes específicos. En el caso de la disciplina económica su carácter empírico demanda la elaboración de datos.

El *sistema de información* económica se concreta en números, letras y símbolos resultantes de la evolución histórica que vincula las teorías con los hechos y fenómenos que se estudian. Son el fruto de las observaciones condicionadas por el desarrollo teórico. En su construcción los datos deben ser *independientes* de las hipótesis. Si ello no ocurre (por ejemplo, se elabora una serie de tiempo basada en hipótesis teóricas o empíricas) los tests que se realicen confirmarán necesariamente la hipótesis. En consecuencia los datos deben derivarse a partir de la realidad mediante procesos metodológicos independientes. La manipulación de datos que falsean la realidad en la realización de trabajos empíricos, infringe normas éticas que afectan tanto los resultados de las investigaciones, como las decisiones de política económica. El desarrollo de los sistemas de información económica se realimenta positivamente con la modelización de la economía.

Los *modelos* representan, en forma simplificada, la realidad. Mediante ellos se construyen estructuras teóricas y empíricas. Las primeras buscan la explicación conceptual de los fenómenos, y mediante su utilización se abre el camino para

nuevos desarrollos teóricos. Se accede así a nueva información. Los modelos empíricos aproximan el modelo teórico a la realidad para su contrastación con los hechos. La correspondencia entre ambos tipos de modelos es imperfecta; es por ello que las hipótesis sólo están sujetas a corroboración. Todos estos procesos demandan información conceptualmente significativa. Este tema constituye aún hoy un problema. Los empiristas prestan escasa atención a las exigencias que, respecto de la información, plantea el desarrollo teórico de la economía. Koopmans[1] sintetiza los errores y limitaciones que conllevan los procesos de *medición* que desconocen o desvalorizan el soporte teórico de lo que se mide.

Las dimensiones simbólica y cuantitativa que alcanzan los conceptos y categorías de la disciplina económica aportan precisión formal, mejoran la evaluación acerca de la *vigencia* (teórica) y la *validez* (empírica) de los modelos, al tiempo que contribuyen a optimizar la producción, almacenamiento y procesamiento de la información.

La *medición* económica aporta los recursos conceptuales, lógicos, matemáticos, estadísticos, metodológicos para atender al proceso de construcción de la información económica significativa. Ella se potencia con la *realimentación positiva* de la secuencia:

Conceptos - Variables - Indicadores

Los *conceptos* se derivan mediante procesos de *abstracción* que desde determinados puntos de vista, retienen los rasgos históricos, sociales, institucionales relevantes del fenómeno o hecho que se analiza. Estos rasgos, cuantitativos y cualitativos corresponden en las ciencias sociales a un tiempo histórico-social determinado. En consecuencia en su desarrollo están expuestos a cambios, mutaciones y desaparición.

Las *variables,* mantienen una correspondencia restringida respecto de los conceptos y categorías que las originan. Ello obedece a los requerimientos formales y cuantitativos que se plantean en cada disciplina. Las variables contienen propiedades que fortalecen los procesos de explicación y de predicción de la realidad. Se destacan, entre otras, la simplicidad, niveles de operatividad, preservación del significado teórico, precisión en la evaluación de resultados y las reglas de clasificación que mejoran los trabajos taxonómicos. Operan indirectamente respecto de la realidad, a través de indicadores[2].

Las *relaciones* entre categorías y conceptos generan *hipótesis* que asociadas conforman cuerpos *teóricos.* Las hipótesis son contrastadas indirectamente mediante *relaciones empíricas*, sujetas a condiciones específicas de tiempo y espacio. Por eso resultan provisorias las pruebas sobre la vigencia de tales relaciones y de los modelos empíricos que las contienen.

La *formalización* de la disciplina favorece el proceso de descripción, explicación y simulación de los fenómenos. Se detectan, además, las inconsistencias lógicas hacia el interior del modelo y se identifican nuevos teoremas y relaciones.

---

[1] KOOPMANS, Tjalling C., *Measurement without theory,* The Review of Economics and Statistics, 1947.
[2] BUNGE, Mario, *La investigación científica*, 2da. Edición, Editorial Ariel, 1983.

El proceso de evolución de las teorías se desplaza, entonces desde un particular lenguaje materno, de baja formalización a otro simbólico universal, que profundiza la generación de información significativa y optimiza el uso de tecnologías que son esenciales para el desarrollo del conocimiento y la toma de decisiones. A medida que avanza la formalización, se perfecciona el trabajo científico-tecnológico.

Las exigencias de formalización han sido y son objeto de controversias porque ello supondría el empobrecimiento del conocimiento en sus aspectos sociales, históricos e institucionales. Sin embargo, éstos en buena medida se recuperan a través de *relaciones* específicas y de los *supuestos* que integran el discurso teórico. Existe otro tipo de crítica que cuestiona los modelos formalizados por responder a visiones atemporales, ahistóricas, con supuestos en los que predomina una baja o nula correspondencia con la realidad. En este caso, lo que se cuestiona es la reflexión teórica en sí.

Los *indicadores* reflejan el proceso de cuantificación de los hechos observados desde una perspectiva conceptual determinada. En consecuencia, deben corresponderse y retroalimentarse con los conceptos y variables descriptas. Esta exigencia que plantea el proceso de racionalidad sustantiva debe observarse tanto desde el punto de vista teórico como desde el punto de vista de la política económico-social. El análisis teórico y metodológico de los indicadores implica determinar si mantienen o no su vigencia en el tiempo. La dimensión histórica-temporal es el marco de referencia para evaluar los cambios en los gustos, tecnología, relaciones sociales, instituciones, etc. La construcción de indicadores impulsa los desarrollos metodológicos más relevantes que se sintetizan en manuales a cargo de investigadores que trabajan en oficinas internacionales. Sus objetivos son mejorar la correspondencia entre la teoría y los hechos, e innovar en los procesos de medición económica y social.

1.3. REQUERIMIENTOS DE MEDICIÓN

Describiremos los requerimientos esenciales de naturaleza teórica, de medición y metodológica para elaborar información.

Los temas que se abordan a continuación pertenecen en su mayoría al campo de la econometría dado que ésta abarca el estudio de las propiedades de generación de datos, estimación de parámetros, tests de hipótesis y construcción de modelos. Es una disciplina en la que se retroalimentan las dimensiones teórica, matemática y estadística. Opera en dos campos que la definen: metodología para la contrastación de hipótesis y construcción de modelos.

1.3.1. Requerimientos Lógico-Estructurales

Los sistemas interrelacionados:

deben responder al principio de retroalimentación positiva.

En la relación mundo real-teoría se señala el rol que juegan los puntos de vista en la construcción de conceptos. Con ello se enfatiza que la *observación* de los hechos se realiza desde un sistema de valores y expectativas que son a su vez resultado del conocimiento y creencias del mundo real. Los hechos se observan, entonces, desde una determinada *cosmovisión,* acorde a Schumpeter. A partir de ella se refinan y alcanzan dimensión racional los conceptos y categorías que se hallan en la base de la explicación científica.

La *información* sistematiza la disposición de conjuntos de datos, de nuevos conocimientos, a fin de reducir la incertidumbre en el proceso de toma de decisiones. Su procesamiento demanda la utilización sistemática de los datos con la finalidad de acceder a resultados. Tal actividad en términos de red implica la disposición de los datos en determinados puntos de la red.

Las *bases de datos* sistematizan el almacenamiento y procesamiento de los datos a fin de optimizar la disposición de la información para la red y los usuarios. La intensidad del proceso de realimentación positiva que registra la secuencia citada, es esencial para las etapas de producción y almacenamiento de información conceptualmente significativa.

En línea con otros estudios[3] y respecto de los temas que nos interesan, se especifican los siguientes conjuntos de relaciones:

$$N = \{ n_{1t},, n_{2t}, n_{3t}, \ldots, n_{kt} \};\ t = 1, 2, \ldots, T \qquad (1)$$

donde:

N = define el *sistema mundo real,* con elementos n_{1t}, n_{2t}, n_{3t}, ..., n_{kt} que identifican hechos o fenómenos económicos descriptos temporalmente.

$$I = \{ i_{1t}, i_{2t}, i_{3t}, \ldots, i_{kt} \}; \qquad t = 1, 2, \ldots, T \qquad (2)$$

donde:

I = define el *sistema de información* estadística económica con elementos (indicadores): i_{1t}, i_{2t}, i_{3t}, ..., i_{kt} que miden los hechos o fenómenos económicos, según reglas y procedimientos establecidos, en su sucesión temporal.

$$S = \{ s_{1t}, s_{2t}, s_{3t}, \ldots, s_{kt} \};\quad t = 1, 2, \ldots, T \qquad (3)$$

[3] VALLEE, R., *Observation et decision en théorie des systemes*, Économie Appliqueé, Tome XXVIII, N°4, 1975.

donde:

S = define el *sistema teórico* con elementos (variables) s_{1t}, s_{2t}, s_{3t}, ..., s_{kt} que identifican y fundamentan la medición de hechos o fenómenos económicos, a través de procesos lógico-simbólicos, en su sucesión temporal.

Con fines de simplificación se excluye la dimensión espacio.

El producto cartesiano A= I x N, es el conjunto de todos los hechos o fenómenos que *ocurren* temporalmente.

El producto cartesiano B = I´ x N´ es el conjunto de hechos o fenómenos *observados* temporalmente.

En cada t, el par ordenado $\alpha = (i \times n)$ corresponde al par ordenado $\beta = (i' \times n')$.

Se define la *aplicación* λ de A en B:

$$\alpha \rightarrow \lambda\ (\alpha) = \beta \qquad (4)$$

donde:

λ es un *operador de observación* condicionado por los valores tomados anteriormente por el objeto.

β es lo observado; es la *imagen* en función del tiempo t.

El operador λ efectúa una *suprayección* en la aplicación descripta en (4). Esto implica una pérdida de información que se reduce, si los objetos se clasifican correctamente a través de las reglas y procedimientos que están contenidos en el operador λ. Se trata de una relación *homomórfica*, lo que permite conservar las leyes (operaciones) en las dos estructuras comparadas.

La reconstrucción del mundo real es sólo simbólica a partir de B.

El *producto cartesiano* C = I x S es el conjunto de los hechos o fenómenos económicos *mensurables* y con significación *teórica* a través del tiempo.

Si la información económica es completa para cada t, el par ordenado $\beta = (i' \times n')$ corresponde al par ordenado $\phi = (i \times s)$. Se define entonces una aplicación γ de *B* en *S*:

$$\beta \rightarrow \gamma\ (\beta) = \phi \qquad (5)$$

donde:

γ es un *operador semántico* que reúne los requerimientos teóricos y de modelización necesarios para el proceso de toma de decisiones. Está condicionado parcialmente por los valores que toma la imagen. A su vez condiciona mediante procesos lógicos, reglas y procedimientos la clasificación de los objetos.

ϕ es la *base de datos* con significación teórica como resultado de la aplicación.

En lo que se refiere a la relación 5, se aplica un razonamiento análogo al anterior en términos de suprayección y homomorfismo.

La *aplicación compuesta* es:

$$\alpha \rightarrow \gamma\ \lambda\ (\beta) = \phi \qquad (6)$$

donde:

$\gamma\ \lambda$ es el *operador epistemológico* a través del cual γ y λ sintetizan el conjunto de requerimientos teóricos y tecnológicos.

La cadena de razonamientos continua a través de los operadores de *decisión* y de *acción,* se complementa así el proceso de retroacción que reintegra los elementos del mundo real, aunque simbólicamente.

La interrupción de la cadena de razonamientos es el resultado de algún tipo de inconsistencia en los operadores. En consecuencia la preservación de las aplicaciones descriptas, implica que los sistemas contables de información estadística económica y social son consistentes con los desarrollos teóricos y el mundo real.

En consecuencia, la *condición necesaria* del proceso de generación de datos es la optimización de las operaciones derivadas de las reglas de transformación descriptas.

1.3.2. Requerimientos de la Estructura Paramétrica en la Construcción de Modelos

En este contexto se plantea la determinación de la estructura paramétrica en los modelos. Los parámetros que se estiman en un modelo conforman la *estructura* del sistema analizado. Relacionan variables que deben tener vigencia teórica. El significado conceptual de los parámetros demanda en consecuencia un proceso de generación de datos teóricamente significativo.

Tal como lo plantea Hendry[4] el proceso de *generación de datos* implica:

$$y_t / z_t \approx N(\Pi z_t, \Omega); \qquad t = 1,2,\ldots,T \qquad (7)$$

donde:

y_t = vector de variables *endógenas.*

z_t = vector de *información* pasada y presente relevante.

También:

[4] HENDRY, David F., *Econometrics-alchemy or science*, Economica, 47, 1980.

$$E\left(y_t / z_t\right) = \Pi z_t \qquad (8)$$

donde:

E = operador de expectativas.

Además:

$$E\left(y_t / z_t\right) = \Pi z_t \qquad (9)$$

$$x_t \approx NI(\mu, \Psi) \qquad (10)$$

donde:

x_t = variable con distribución normal e independiente, media m y matriz de covariancia y.

La matriz paramétrica:

$$P = (\Pi, \Omega) \qquad (11)$$

es aproximadamente constante en un espacio paramétrico de mayor dimensión Ω.

Con suficiente y segura información, y realizadas las transformaciones pertinentes de los datos, se *estima* P utilizando la función de *verosimilitud*:

$$L(P, y_t / z_t) \qquad (12)$$

En línea con los desarrollos teóricos, P depende de un pequeño número de parámetros con *significación teórica* que se expresan en el vector q. Entonces:

$$P = |\ (q)\ |; \qquad q \in \Omega \qquad (13)$$

Si q es identificado en términos de P, entonces las hipótesis en (13) se someten a tests.

Sin embargo, Hendry sostiene que la estimación directa de P no se sostiene en términos teóricos; más bien señala el límite de las variables a considerar. La escala del modelo y la insuficiencia de la información disponible, impide la directa estimación de P. Propone entonces la factorización de la función de verosimilitud en

términos de datos y de parámetros, a fin de obtener conjuntos de parámetros más acotados.

1.3.3. Requerimientos de Información en los Modelos Econométricos

- *La identificación* paramétrica en los modelos está condicionada, entre otros factores, por la disposición de suficiente información.
- Los denominados *errores de especificación* surgen al omitir variables por falta de datos. Los parámetros resultan inexactos e inconsistentes.
- La estimación de los parámetros demanda *grados de libertad* suficientes en la cantidad de variables y las observaciones (datos) contenidas en las series de tiempo. La carencia de información anula la estimación de los parámetros. La disposición reducida de la misma debilita la confirmación de las hipótesis y la capacidad explicativa de la ecuación bajo estudio.
- La *teoría de la información* establece que la pérdida e insuficiencia de información reduce el equilibrio del sistema. Crece la entropía, grado de desorganización del sistema.
- La *teoría de la decisión* condiciona la maximización de la función de utilidad del usuario de la información a la cantidad de datos disponibles. Será menor la función de utilidad del usuario con el menor número de datos disponibles.

La correspondencia entre los *datos* y las *variables* con significación teórica en los distintos programas de investigación (clásico, neoclásico y de demanda efectiva) es aún imperfecta e insegura dado que la evolución histórica de los datos y las variables es, en buena medida, independiente. Desde la aparición de la Sociedad Econométrica en 1930, el inicio de la construcción de modelos a partir de 1939, la consolidación de los mismos durante los años 60 y 70, la intensificación de su desarrollo teórico y empírico en la actualidad, y el problema de medir con teoría, continúan siendo relevantes. Existen relaciones lógicas, estructurales, procesos de generación de datos, de decisión, de modelización que demandan, entonces, *medir con teoría* en el sentido de Koopmans. El tema es uno de los más críticos para el desarrollo de la disciplina porque se opera con un sistema económico-social que es un complejo proceso, no lineal, interdependiente, multivariado con desequilibrios dinámicos, fenómenos no observables, y con actores que ajustan sus expectativas y se adaptan al ambiente.

La situación es más grave aún si la información disponible se oculta o se manipula, y no se destinan recursos y desarrollan instituciones para la producción de información. También lo es cuando en los respectivos programas de investigación sus crisis son asumidas ideológicamente y las relaciones teóricas subsisten con visibles fallas. En estos casos se distorsiona la información y se incorporan hipótesis ad hoc que hacen recaer en la realidad y en las personas la responsabilidad por los efectos no deseados de las medidas. En realidad son una consecuencia lógica resultante de la implementación del modelo.

En la medida que el conjunto de requerimientos, *condiciones necesarias*, destinados a optimizar la producción, almacenamiento y procesamiento de la

información no se cumple, se origina una situación de ineficiencia de información que desplaza la racionalidad en la toma de decisiones hacia la visión unilateral de la intuición y de la experiencia.

1.3.4. Requerimientos Institucionales para la Optimización de la Información Social

Se han reseñado las *condiciones necesarias* para la producción, almacenamiento y procesamiento de la información. Las *condiciones de suficiencia* se relacionan con el óptimo funcionamiento de las instituciones del Estado que tienen a su cargo la producción de diferentes tipos de información, desarrollo de redes de información y suministro de la misma a los usuarios. Se generan así *externalidades positivas* para los sistemas de decisión público y privado.

Las estrategias de desarrollo de un país, una región, una provincia, un municipio, dependen a su vez de la producción del bien público *información* que se liga a la producción de otro tipo de bien similar, la *investigación*. Ambas asociadas a la *innovación* son esenciales para la evolución endógena del sistema social.

La *optimización* del funcionamiento institucional se plantea en los siguientes términos:

- La creación recursos depende del ritmo de las innovaciones, de los gastos en investigación y desarrollo, de la intensidad del aprendizaje y de la capacitación de los recursos humanos. La asignación de recursos responde a los principios de eficiencia y eficacia.
- La retroalimentación positiva entre creación y asignación asocia el análisis estático y el dinámico, siendo esta estrategia esencial para el desarrollo del subsistema información.
- La estrategia de producir la *máxima* cantidad de bienes con el *mínimo* costo determina la eficiencia en el proceso de *asignación* de recursos. La cuantía de los recursos depende del nivel de *creación* de los mismos.

El proceso de *optimización* para la producción de información se representa cualitativamente en un programa lineal. Todo problema de programación demanda información cuantitativa para su solución. La ausencia de información destinada a cuantificar los parámetros y restricciones, no impide desarrollar en forma lógica la secuencia de operaciones contenida en un programa matemático. Acorde con Simon la diferencia más importante entre una determinación cuantitativa y otra que se deriva cualitativamente, se encuentra entre otras, en la precisión de los resultados. Simplemente se utiliza el recurso lógico-conceptual para mejorar la interpretación de un problema de optimización. Sirve para mejorar la identificación de los procesos causales mediante la especificación de las hipótesis estructurales, y a través de su evaluación cualitativa, para derivar las estrategias a fin de dar mayor eficiencia y eficacia al sistema de información.

Se realiza entonces una evaluación cualitativa de este fenómeno en el contexto de un programa lineal.

El problema de *máximo* es:

•	MAXIMIZAR:	P´X
•	Sujeto a:	B X ≥ R
•	y:	X ≥ 0

donde:

P´ = vector traspuesto de precios de los tipos de bienes de información.

X = vector de tipos de bienes de información.

B = matriz de parámetros estructurales.

R = vector de restricciones; disponibilidad real de los recursos actuales.

El teorema de la *dualidad* genera una solución de mínimo que determina los precios sombra, precios sociales.

El problema de *mínimo* es:

•	MINIMIZAR:	P´V
•	Sujeto a:	B´ V ≤ P
•	Y:	V ≤ 0

R´ = vector traspuesto de restricciones; disponibilidad real de recursos actuales.

V = vector de precios de los recursos disponibles; máximo precio que se paga por unidad adicional de recursos. Se denominan precios contables, sombra, sociales.

B´ = matriz traspuesta de los parámetros del sistema.

P = vector de precios de los tipos de bienes de información.

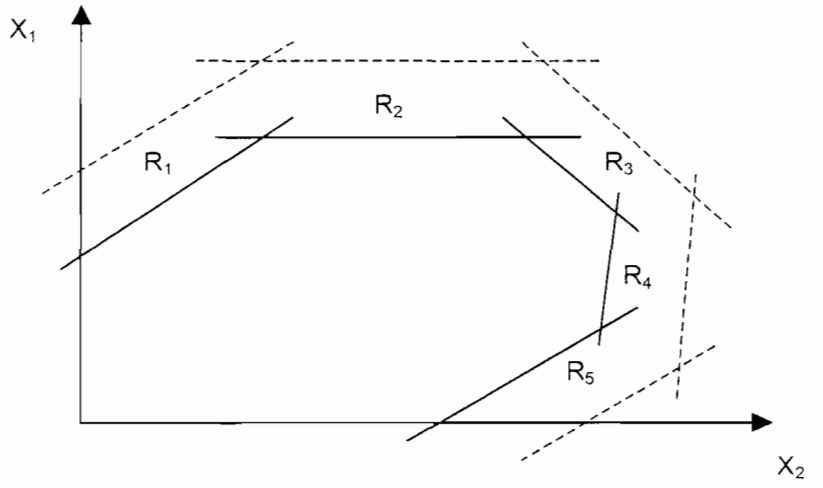
A fin de facilitar la representación gráfica y la evaluación de los resultados se opera en el espacio de dos dimensiones, donde X_1 es el conjunto de información conceptual referida a la formación del producto bruto nacional-regional-provincial, y X_2 es el conjunto de información conceptual referido a los componentes de la demanda final.

Definido el campo de *factibilidad* que forman las ecuaciones de cada restricción, en su intersección, se alcanza una combinación óptima de cantidades de tipos de información, las que deberán ser positivas en términos económicos. La mejor combinación de las X´s *maximiza* la función objetivo P´X y por el teorema de la *dualidad* se determinan los recursos a un costo mínimo, R´V.

El conjunto de *restricciones* se expresa en:

- restricciones teórica-técnicas (R_1)
- restricciones metodológicas (R_2)
- restricciones institucionales (R_3)
- restricciones de recursos humanos (R_4)
- restricciones presupuestarias (R_5)

Cada una de las restricciones dan forma a una representación gráfica que permitirá la derivación de estrategias.



Los trazos continuos en sus intersecciones determinan el campo de *factibilidad* para un proceso dado de *asignación* de recursos (análisis estático). En términos cuantitativos si la solución se encuentra en un punto interior del campo, será ineficiente; fuera de dicho campo, imposible. La solución óptima se encontrará en uno de los vértices que forman las ecuaciones de restricciones al intersectarse. Este punto representa a su vez el costo mínimo en la asignación de recursos. Ello implica que con una elevada ineficiencia, los gastos pueden ser crecientes, siendo la producción escasa y de baja calidad.

En nuestro caso debe evaluarse aproximadamente la relación de intercambio entre costos, cantidad y calidad de la producción de información estadística.

El análisis de *sensibilidad* basado en los cambios estructurales de los parámetros (B) (creación de recursos) del conjunto de restricciones y de incrementos en los recursos (R) nos coloca en el análisis dinámico que evalúa la evolución del sistema con cambios estructurales.

Cambios positivos en B y en R desplazan hacia arriba cada una de las ecuaciones dependiendo la nueva posición de la intensidad de los cambios. Se seleccionan así más y mejores productos al menor costo.

Uno de los nuevos campos de factibilidad probables se muestra mediante líneas de trazos discontinuos. Se analizan entonces los factores probables que producen tales desplazamientos. Estos factores conforman las estrategias para la

formulación de un plan de trabajo tendiente a optimizar la producción, almacenamiento y procesamiento de la información.

- Las restricciones *teórico-técnicas* (ecuación 1) se desplazan hacia afuera en la medida que se toman en cuenta los diversos aportes conceptuales. Los cambios estructurales provocados por la actual revolución científico-tecnológica y sus repercusiones sociales e institucionales, aportan nuevas realidades que afectan los procesos de medición en términos de sectores y complejos de actividad. También valorizan la dimensión mesoeconómica, y modifican notablemente, entre otros, los indicadores en el mercado laboral. Los prejuicios y limitaciones ideológicas en el sistema decisional, así como la inercia burocrática se asocian para no producir cambios estructurales en el sistema de información, debilitando el desplazamiento de la curva.
- Las restricciones *metodológicas* (ecuación 2) son difíciles de resolver, en la medida que los documentos internacionales y nacionales que se producen sobre medición económica no se actualizan con la frecuencia que demanda el desarrollo científico-tecnológico y los cambios sociales.

La actualización de tales documentos reduce las restricciones metodológicas. Cabe citar en este sentido, los más importantes:

- CCPP, Clasificación Central Provisional de Productos, Naciones Unidas, 1992;
- CIIU 3, Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas, rev. 3, Naciones Unidas, 1990;
- CLANAE 97, Clasificación Nacional de Actividades Económicas, INDEC, 1997;
- CUCI 3, Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional, rev. 3, Naciones Unidas, 1986;
- NAICS, North American Industry Classification System, Office of Management and Budget, USA, 1997;
- SA, Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, Consejo de Cooperación Aduanera, 1996;
- SCN, Sistema de Cuentas Nacionales, Naciones Unidas, Comisión de la Comunidad Europea, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Fondo Monetario Internacional, Banco Mundial, 1993.

Las limitaciones se agravan con la incorrecta utilización de los recursos metodológicos vigentes. Esto implica un doble esfuerzo en el intento de desplazar hacia arriba la curva 2.

- Las restricciones *institucionales* (ecuación 3) demandan la jerarquización y autonomía de los organismos encargados del sistema de información. En la República Argentina debiera establecerse su independencia funcional. Además, debe dotarse al sistema de una auditoría con participación de entes públicos, privados y científico-técnicos. Debe reformularse el sistema provincial, regional y municipal frente al enorme deterioro que se observa en la producción de información. Esto implica un profundo cambio institucional que desplaza la ecuación 3 hacia afuera.
- Las restricciones en *recursos humanos* (ecuación 4) plantean la necesidad de

jerarquizar las funciones y mejorar las remuneraciones. La calidad de los recursos humanos deberá elevarse, exigiendo un mayor curriculum para estas actividades y dotando al sistema de capacitación y de modalidades de aprendizaje, en particular *aprender trabajando* y *aprender por el uso*. Este conjunto de condiciones es esencial para provocar un desplazamiento de la curva.

- Las restricciones *presupuestarias* (ecuación 5) condicionan el funcionamiento de todo el sistema. Modificar esta restricción depende no sólo de la asignación de mayores recursos monetarios, sino de la jerarquización en el gasto público de las demandas de desarrollo humano. La carencia y limitaciones de información atenta contra el desarrollo de las capacidades individuales y sociales. Debe entonces llevarse a cabo una doble acción para desplazar esta curva hacia afuera.

La superación de las restricciones analizadas, implica estrategias tendientes a satisfacer los objetivos sociales de mejorar la producción del bien público información.

La satisfacción de las *condiciones* necesaria y suficiente es esencial para reducir o eliminar los errores en la producción de información económica.

2. ESTADO DE SITUACIÓN DE LA INFORMACÓN MACROECONÓMICA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Una breve descripción del estado de situación de la información macroeconómica de la Argentina permite precisar la gravedad de los problemas de medición económica. La información surge en la década del 30, ligada a la gravitación teórica y empírica que en los países desarrollados alcanza la teoría de la demanda efectiva. Cobra prioridad en los países desarrollados el reconocimiento del mundo real a partir de *indicadores* como: producto bruto global, sectorial, de complejos de actividad, de ingresos, ocupación, consumo, inversión, exportaciones, importaciones, ingreso y gasto público, nivel de la masa monetaria, velocidad de circulación del dinero. Estos indicadores se complementan con otros referidos al desarrollo humano, tecnología, educación, salud, etc. Con el transcurso del tiempo los países desarrollados alcanzan estándares muy elevados de precisión y credibilidad respecto de la información sobre los mercados reales y financieros, y sobre los distintos tipos de precios: bienes, servicios, salarios, tasas de interés, tasa de cambio, etc. Esto se ve favorecido por el desarrollo, actualización e innovación de metodologías, de técnicas estadísticas, matemáticas y de computación cuya correcta utilización debiera generar un óptimo sistema de información. Tal situación se verifica en los países desarrollados, no así en la Argentina.

Hacia 1950, cuando el nivel de las comunicaciones era muy inferior al actual, el país exhibía mayor capacidad de respuesta para establecer un sistema de información. En efecto, la primera tabla de insumo-producto que se conoce data de 1946 para la economía de los Estados Unidos y en la Argentina es producida en

1953. La publicación sobre cuentas nacionales del año 1976, la última referida a un periodo de constante perfeccionamiento, a cargo del Banco Central de la República Argentina, señala:

"...La República Argentina se colocaba de esta manera a la vanguardia de los países latinoamericanos, poco tiempo después que se levantaran las voces para urgir la preparación y divulgación de macroestadísticas. Estos elementos serían los que permitirían el rápido reconocimiento del hecho económico...".

Durante la segunda parte de la década del 70 y hasta hoy, la situación es de abandono y manipulación de la información estadística macroeconómica. La información para el período 1950-1973 permitía elaborar un banco de datos con más de 600 indicadores. En el período 1970-1990 la información se reduce al 40%, siendo la pérdida más significativa la virtual extinción de la información sobre el mercado laboral y la distribución del ingreso. En el período 1980-1998 (año base 1986) se alteran las cifras del producto, se pierde información sobre indicadores relevantes y en el año 1999 se dan a conocer nuevas series para el período 1993-1997 (año base 1993) en el que se corrigen de nuevo las cifras, reconociéndose diferencias globales y sectoriales. Respecto del PBI es un 11% inferior al calculado mediante el año base 1986. Más allá de un análisis pormenorizado y la determinación de la responsabilidad de gobiernos y funcionarios, es prioritario detener el deterioro del sistema que conduce a crecientes confusiones, y es fuente de generación de conflictos. Entre las medidas sorprendentes que se tomaron está la modificación del producto bruto en dólares para 1991. Se sustituye la cifra de 90 mil millones de dólares estimada con los anteriores procedimientos de cálculo, por la cifra de 130 mil millones de dólares. Ésta surge a su vez de un trabajo correctamente realizado por CEPAL con base en el año 1986, pero que quedó trunco y por lo tanto sujeto a perfeccionamientos y correcciones en la serie histórica. Todo ello originó notables contradicciones entre los indicadores más relevantes que componen la producción, los ingresos, la demanda y el sistema financiero. En consecuencia la ausencia de una crítica metodológica e institucional consistente agudiza un estado de situación de baja credibilidad. Ello ha sido señalado reiteradamente por los organismos internacionales, en particular el Banco Mundial.

Otro aspecto relevante es la eliminación del cálculo de las cuentas nacionales en el Banco Central que contaba con personal especializado. Su transferencia al Ministerio de Economía y de Obras Públicas implica la reducción de personal y después de algunos años surgen conflictos entre la dirección encargada del cálculo y las autoridades. Se denuncian por parte del personal directivo, presiones sobre los resultados alcanzados en los cálculos sobre la producción neta de bienes y servicios.

Desde el punto de vista *institucional* y frente al actual estado de cosas, el sistema de información macroeconómico de la Nación debiera ser transferido al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la Nación. Éste, además, debiera ser autónomo, disponer de mayor presupuesto, capacitar aún más a su personal técnico, y ser auditada su actividad por personal calificado de las organizaciones sindicales y empresariales y de especialistas de las universidades. Además, debiera contar con un cronograma preciso caos de actividades y de publicación de la información. Estas medidas contribuirían a dar pasos ciertos para resolver el actual estado de ineficiencia organizacional y de elevada incertidumbre para los usuarios de la información macroeconómica.

Llama la atención que estos hechos ocurran en un área donde en el período 40-70, la Argentina, sin disponer de las ventajas que se derivan de la actual revolución

tecnológica, producía mayor y más precisa información macroeconómica que la que exhibe en la actualidad. Además, este en la información sólo sirve para alentar discusiones no exentas de cierta deshonestidad intelectual, ya que personas con conocimientos en economía descalifican la información económica y social existente si les conviene, y al mismo tiempo emplean esas mismas estadísticas para justificar, a menudo con datos aislados e inconexos, sus particulares posiciones doctrinarias. En resumen, de esta anarquía resultan perjudicados quienes deben tomar decisiones y asumir riesgos. También se hipoteca el futuro de la Nación al tornarse impreciso el análisis y la evolución material, social, tecnológica y cultural de la misma. En consecuencia es paradojal, más bien resultado de un doble discurso, que en la Argentina, por un lado se adhiera a una sociedad mundial dominada por la información y el conocimiento, y que por otro lado se persista en su deterioro.

3. TAXONOMÍA

En el actual contexto económico, social, tecnológico, cultural e institucional caracterizado por drásticas mutaciones e intensas perturbaciones, los sistemas de decisión público y privado, en especial el sistema de decisiones empresariales, enfrentan situaciones inciertas. Ello se acentúa si es baja la credibilidad de la información, en particular la macroeconómica. Se reduce así la optimización en la toma de decisiones y se afecta la eficacia y eficiencia del sistema económico. En el caso de las decisiones empresariales se agudiza el problema, dado que ellos enfrentan procesos de reestructuración de actividades. Ello demanda innovaciones físicas, financieras e intelectuales que requieren modernizar las instituciones y los instrumentos de medición, producción, almacenamiento y procesamiento de la información.

El proceso de producción de bienes y servicios en el ámbito empresarial requiere tanto de la información tecno-económica y social que surge de su propio sistema contable-económico-financiero, como de aquella que genera el sector público en el ámbito nacional, regional y local. El último tipo de información constituye un *bien público*. Su provisión y producción corresponde al sector público, constituyendo un delito su manipulación, tergiversación, ocultamiento y destrucción.

En el contexto de construcción y medición del sistema de información es fundamental conocer el grado de actualización de los recursos taxonómicos básicos. Uno de ellos se relaciona con la clasificación de las actividades económicas que en el lenguaje especializado recibe el nombre de *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas* (CIIU). Esta clasificación ha sido elaborada por Naciones Unidas y se trabaja en la actualidad con la revisión 3 que aparece en la segunda mitad de la década del 80. Este sistema de clasificación agrupa a actividades agregadas que conforman *relaciones de producción* específicas. Sus cambios obedecen a la aparición de nuevas actividades y productos determinados por los procesos de innovación tecnológica y organizacional. No obstante la revisión 3, que la Nación incorpora a partir de la década del 90, es ineficaz, como lo hemos señalado reiteradamente. No identifica, entre otros

cambios, los que se producen en las denominadas industrias de tecnología avanzada y en los servicios. Se inducen sesgos en las investigaciones empíricas, y conclusiones erróneas sobre los rasgos que tipifican el desarrollo económico.

Los problemas taxonómicos que enfrenta la actividad macroeconómica y mesoeconómica han sido señalados en anteriores trabajos que se refieren a los modelos de desarrollo global y de complejos de actividad. La actual revolución científico-tecnológica que se generaliza en los países desarrollados hacia 1970 y que se traduce en las industrias de tecnología avanzada, no puede ser captada en plenitud por la revisión 3, cuya elaboración data de la década de 1970. En realidad esta revisión sistematiza en buena medida la aparición de las industrias resultantes de la segunda revolución industrial, aunque presenta severas falencias en la relación actividades-productos, en particular respecto de los largos eslabonamientos productivos relacionados con la petroquímica y la siderurgia.

Una decisión que tendrá importantes repercusiones hacia el futuro es el abandono por parte de los países de la región NAFTA del SIC (Standard Industrial Classification), vigente en USA hasta 1997. Como se señala en un reciente trabajo[5], the Office of Management and Budget (OMB) comunica la implementación de un nuevo sistema denominado the North American Industry Classification System (NAICS) que reemplaza al sistema anterior y que se considera una de las transformaciones más profundas desde 1930. A este nuevo sistema se incorporan los socios de USA en la región NAFTA (Canadá y México).

En el NAICS se abren nuevos espacios para las actividades surgidas de las profundas transformaciones y mutaciones en la actividad económica y social en los últimos cuarenta años. En el plano conceptual uno de los cambios más relevantes es que las actividades se definen desde la *oferta* exclusivamente, y no a partir de la mezcla *oferta-demanda* en la se *basa* el nomenclador SIC. La definición del nuevo sistema a partir de industrias que se identifican desde la oferta, implica agruparlas en términos de similares tipos de insumos, equipos de capital y de mano de obra.

Otra de las novedades que aporta el nuevo sistema de clasificación es que a diferencia del SIC que se extendía en la desagregación de actividades a cuatro (4) dígitos, la actual se expande a seis (6) dígitos. Ello favorece la descripción de una estructura más flexible. Tiene una nueva estructura jerárquica, siendo la más agregada el denominado *sector industrial* que cuenta con 20 sectores. Le siguen las categorías: *subsector*, *grupo* e *industrias*. En definitiva el nuevo manual del NAICS disponible desde julio de 1998 proporciona una información conceptual muy detallada, en particular para las 1170 industrias, de las cuales 565 son servicios relacionados con la industria. Entre las nuevas 358 industrias incorporadas se destacan las actividades del complejo de industrias de tecnología avanzada.

En la República Argentina la reformulación del sistema estadístico macroeconómico y mesoeconómico debiera tomar como punto de partida el sistema NAICS para su implementación a nivel nacional-provincial-regional-local. Con ello se dispondría de indicadores que se correspondan con las demandas que plantean las políticas de desarrollo y de estabilización, y el sistema empresarial. Su implementación se facilita dado que el NAICS se puede convertir al nomenclador CIIU, rev. 3, tal como se señala en el citado manual. Los resultados de la conversión se dan a conocer en el Census Bureau NAICS, Internet web site (http://www.census.gov/naics).

---

[5] MURPHY, John B., *Introducing the North American industry classification system*, Monthly Labor Review, July, 1998.

4. ERRORES RELEVANTES DE MEDICIÓN

Los errores de medición afectan al sistema de decisiones público y privado en las dimensiones macro-meso-microeconómico.

El análisis de los errores se centra en tres aspectos interrelacionados de la medición. De ellos, dos se relacionan con la taxonomía vigente para la clasificación de los hechos económicos. El otro se relaciona con la medición de los activos intangibles.

Los errores que se derivan de la ineficiencia relativa de los *nomencladores* vigentes se deben a que no tienen en cuenta los profundos cambios estructurales de los últimos 30 años.

Otro tipo de error se origina en la *baja correspondencia* entre los desarrollos teóricos y la clasificación de las actividades económicas, en particular las relacionadas con la información y el conocimiento.

Otro problema de medición que se agudiza con el desarrollo de las industrias de tecnología avanzada se relaciona con la *valorización del capital intelectual.*

4.1 ERRORES DERIVADOS DE LOS NOMENCLADORES VIGENTES

La Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU) acordada en Naciones Unidas desde 1948(revisiones I, II, III) no es el resultado de una óptima identificación y denominación de actividades a lo largo del tiempo. En efecto, las actividades que surgen de la segunda revolución industrial (celulosa, petroquímica, química, siderurgia, metalmecánica, etc.) no se clasifican adecuadamente. Lo mismo ocurre con las industrias de tecnología avanzada, fruto de la actual revolución científico-tecnológica, en particular biotecnología y materiales avanzados. En este último caso un error relevante de clasificación que permanece aún en el nomenclador NAICS se refiere al tratamiento de materiales avanzados. Las imprecisiones de clasificación y de identificación de productos aparece también en otros nomencladores como el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA). Los nomencladores de clasificación de actividades y de productos no se relacionan eficazmente con los nomencladores de productos específicos desarrollados por entidades que operan en la clasificación de bienes en las industrias de tecnología avanzada. Tal el caso de las cerámicas avanzadas, uno de los cuatro componentes de los denominados materiales avanzados. Los trabajos que realiza el VAMAS (Versailles Advanced Materials and Standard Project)[6] y la ASTM (American Society for Testing and Materials) que establecen las normas que deben cumplir los materiales documentados, muestran una profunda brecha con los nomencladores CIIU, rev.3 y el SA. En la mayoría de los casos los cerámicos avanzados no están representados en tales nomencladores sino que se los incluye como insumos de otros bienes.

En los errores de clasificación inciden, en buena medida, aspectos

[6] The Versailles Project on Advanced Materials and Standards (VAMAS), en Internet: www.VAMAS.org.

conceptuales que se detallan a continuación.

4.2. BAJA CORRESPONDENCIA ENTRE EL DESARROLLO TEÓRICO Y LA CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La clasificación de actividades económicas comienza a ser una preocupación teórica-empírica desde su primitiva clasificación en:

- *Primaria:*
  comprende la actividades del agro, ganadería, forestal, pesca, minería.

- *Secundaria:*
  industrias manufactureras, construcción, electricidad.

- *Terciaria:*
  el conjunto de lo que se denomina actividades de servicios.

Sobre la base de esta clasificación, en la que cabe aclarar la reciente incorporación de la electricidad en el sector secundario, se desagregan a lo largo del tiempo las ramas de actividad de esta clasificación básica. Desde entonces, se avanza en el desarrollo teórico y empírico de la economía, en correspondencia irregular con la evolución del mundo real, que experimenta fuertes cambios estructurales, entre los que cabe citar las revoluciones científico-tecnológicas e industriales desde principios del siglo XX y después de la segunda mitad del siglo. Llegan en oleadas nuevos bienes y actividades que determinan el desarrollo de nuevos mercados. Son profundos los impactos sobre la vida de los individuos y la familia, la educación y las relaciones laborales. Se aceleran los procesos de innovación en todos los campos de actividad económica. La investigación teórica y aplicada en el campo de la economía, modela y desarrolla explicaciones y descripciones alrededor de estas transformaciones, tal como hemos mostrado en los capítulos I y II. En el mundo de la dinámica económica, se profundizan las definiciones sobre el desarrollo centrado en los derechos y capacidades de las personas, se reconoce la complejidad sistémica de la economía, la multidimensionalidad de sus objetivos y de sus resultados, la endogeinización de la ciencia, la tecnología y la innovación, de las instituciones, el rol del Estado y las relaciones de dominio en el sistema productivo-social. Todos estos cambios estructurales que ocurren en la vida real y que son captados teóricamente, no encuentran similar desarrollo en la medición de los hechos económicos. Éstos vienen reflejados en la evolución y detección de indicadores micro y macroeconómicos. En la medida que avanza el desarrollo teórico y aplicado de la econometría en su doble dimensión: corroboración o rechazo de hipótesis empíricas construidas sobre la base de hipótesis teóricas, y la construcción de modelos, se intensifica la conexión teoría-medición. En este sentido, la mediación de la econometría, como eje articulador de esta conexión, ha permitido rescatar la importancia de la teoría acerca de las descripciones del mundo real.

Al proceso de aproximación teórica- empírica contribuyen específicamente tecnologías aportadas por la teoría de la medición económica, entre ellas el sistema de cuentas nacionales, la tabla de insumo-producto e instrumentos metodológicos como el nomenclador CIIU (Clasificación Industrial Internacional de Todas las Actividades Económicas) que desde 1948 desarrolla las revisiones 1, 2 y 3. En este sentido la clasificación de actividades económicas y el perfeccionamiento de las técnicas de medición no muestran la misma evolución. La clasificación de las actividades económicas, se homogeinizan masivamente a través de los trabajos de Naciones Unidas con fines de análisis y comparación de todas las economías, tanto de países desarrollados como subdesarrollados. También se establecen mecanismos de convergencia para los países del denominado socialismo real que usan una clasificación diferente, basada en categorías marxistas.

Uno de los *errores* más perjudiciales para el análisis de la economía y la toma de decisiones, es la incorrecta clasificación de las actividades que componen el *sector servicios.*

Colin Clark[7] señala que la clasificación tripartita de actividades (primaria, secundaria y terciaria) se remonta a William Petty, quien en el siglo XVII detecta la importancia del deslizamiento de la mano de obra de la agricultura a la manufactura y luego a los servicios. Desde entonces hasta hoy, el mantenimiento de esta clasificación básica muestra una importante desagregación de actividades en los dos primeros sectores, no así en el sector servicios. Los servicios se componen de actividades diversas, heterogéneas en sus funciones de producción agregadas, ligadas por el aspecto no material de la mayoría de ellas. Además, con relación a la medición de estas actividades, una buena parte pertenece al segmento de bienes públicos y sociales, de difícil medición, dado que los precios de los mismos no surgen de los mecanismos de mercado, se establecen mediante regulación.

Un aspecto importante es el rol que juega la productividad laboral en el sector servicios. Clark señala que la productividad de la agricultura es una condición necesaria para el desarrollo industrial. Ello facilita la transferencia de obreros a ésta última. Esta observación responde a la evolución manifiesta de la industrialización, que con el eslabonamiento de las actividades, la generación de nuevos sectores y bienes y la moderna organización de sus actividades, y con elevada asimilación del progreso técnico, ensancha la reproducción sistémica de la economía. Más tarde, el sector industrial con sus largos eslabonamientos y la elevada productividad laboral facilita la expansión de la agricultura y de los servicios. Desde el punto de vista estático crece en forma continua la participación de los servicios en el producto bruto interno (70 % en países desarrollados). Cabe señalar que los servicios, agilizan y fortalecen las relaciones intersectoriales de la economía en los países desarrollados. No ocurre lo mismo en los países subdesarrollados donde su elevada participación es el resultado del atraso económico.

Sin embargo, la elevada participación de los servicios en la producción neta de los países no se corresponde con su tasa de crecimiento de la productividad laboral. Ella se mantiene en niveles bajos. En USA se tienen los siguientes resultados para las tasas de crecimiento medio anual de la productividad laboral:

---

[7] CLARK, Colin, *Economía del desarrollo. Los primeros años*, en MEIER, Gerald M. and SEERS Dudley, *Pioneros del Desarrollo,* Banco Mundial - Editorial Tecnos, Madrid, 1986, 68-91.

1848/1973: 2,6%

1973/1981: 0,8%

1881/1990: 0,9%

El bajo crecimiento de la productividad laboral frena el incremento global de la misma para la economía de USA. Asimismo, los salarios se incrementan en el sector servicios, influidos por el crecimiento de los sectores más productivos; el incremento salarial en el sector servicios sin la correspondiente productividad laboral, eleva la tasa de inflación.

En otras palabras, el sector servicios no es el motor del desarrollo. La conclusión errónea que se deriva de la creciente participación de los servicios en la formación del producto bruto de un país, desde la perspectiva estática, es la jerarquización teórica del sector servicios por parte de los defensores de la denominada sociedad post-industrial. Estos economistas y sociólogos postmodernos convierten al mismo (sin prueba analítica) en el motor del crecimiento de la economía. Kaldor, en cambio, demostró que el motor del desarrollo es el sector manufacturero. En efecto, en la mayoría de los casos los sectores productores de bienes son exportadores, cosa que no ocurre con los servicios. La exportación es precisamente un factor dinámico exógeno que impulsa, junto con el tejido productivo interno, integrado y modernizado, el desarrollo endógeno. Los servicios, en términos de calidad y diversidad complementan el eficaz proceso de producción de bienes. En definitiva, el sector manufacturero induce, a través de su creciente productividad, el desarrollo de los sectores primario y terciario. En consecuencia, la relación de causación va de la manufactura a los servicios. El volumen y composición de los bienes que componen las actividades productivas dirigen los cambios que ocurren en los servicios. En particular, la industria caracterizada por su larga cadena de transformaciones, potencia los efectos multiplicadores de la economía.

La elevada participación estructural de los servicios se debe a que el sector contiene actividades que deben ser reclasificadas desde el punto de vista teórico. Entre ellas, la información y el conocimiento son, para los modelos de crecimiento y desarrollo, insumos productivos, no insumos de servicios. Lo mismo ocurre con actividades que conforman el complejo de industrias de tecnología avanzada. También sucede con los sectores de electricidad, gas y agua; transporte, almacenamiento y comunicaciones (actividades de elevado soporte infraestructural), los cuales debieran clasificarse en un nuevo sector diferente al de los servicios.

La observación estática de los datos que muestran una mayor participación de los servicios en la formación del producto es, por lo tanto, una fuente de errores. Hace muchos años, Clark señalaba que la clasificación tripartita, en términos *estáticos,* no necesariamente es útil en términos de la *dinámica* económica. Desde el punto de vista de la dinámica económica son otros los sectores que motorizan el desarrollo. En este sentido, la industria manufacturera, en particular las industrias de tecnología avanzada, son el motor nuclear del desarrollo.

Corresponde, entonces, modificar la clasificación de las actividades económicas.

5. MODIFICACIONES QUE SE PROPONEN

Se seleccionan dos variables a modificar: recursos humanos e infraestructura

5.1 RECURSOS HUMANOS

Los *recursos naturales* son correctamente incorporados en los nomencladores. Ello es consistente con los desarrollos teóricos de la economía y con la transformaciones que desata la segunda y tercera revolución industrial. No ocurre lo mismo con los r*ecursos humanos* en los que el desarrollo teórico acorde con la actual revolución científico-tecnológica, demanda la incorporación de los indicadores relacionados con los mismos en un capítulo diferente del de los servicios. Los recursos humanos comprenden tres conceptos centrales: información, conocimiento y salud y se expresan en indicadores como enseñanza, investigación y desarrollo, aprendizaje, innovación, bibliotecas, museos, salud.

Es un error grosero desconocer en la clasificación de las actividades económicas *las hipótesis sobre las fuentes del desarrollo* que sostienen todos los programas de investigación. Los indicadores que componen la *información* y el *conocimiento*, ambos ubicados en el sector servicios, conforman una actividad productiva. Lo contrario implica desconocer el desarrollo teórico de la economía. En especial en los últimos 30 años cuando cobran relevancia las citadas variables en los modelos endógenos de crecimiento y desarrollo, y en la vida real. Suponer que la educación, la salud, el capital humano, la investigación y desarrollo, y otros indicadores relacionados forman parte de actividades de servicios, es *inconsistente* con el desarrollo teórico.

El *conocimiento*, como actividad productiva se refiere a la formación de recursos humanos: educación, universidades, laboratorios públicos y privados, investigación y desarrollo, y salud. Además, deben tenerse en cuenta sus intensos derrames sociales y su producción en las diversas instituciones privadas y sociales.

La *información*, en términos de su producción, tienen en cuenta las actividades de museos, bibliotecas, servicios estadísticos y la de medios de prensa y de televisión.

La información y el conocimiento son insumos productivos que se retroalimentan. La información como materia prima debe diferenciarse de la denominada industria de la tecnología de la información. En el primer caso es un recurso esencial en todos los procesos productivos; en el segundo caso, la citada industria se propone el almacenamiento y procesamiento de la información. Se trata de una herramienta que permite optimizar el uso de la información. En cambio, el proceso de *producción de información,* cualitativa y cuantitativa, depende del desarrollo de las actividades científicas, tecnológicas, productivas, sociales y culturales que se almacena en bancos de datos. En este sentido, la mayor cantidad de conocimiento codificado favorece la calidad y cuantía de la información disponible. A su vez, la información contenida en bibliotecas, bancos de datos, museos, etc., alimenta el desarrollo del conocimiento. Los productos de la información y el conocimiento son de difícil medición. En particular se puede identificar la inversión que se realiza en universidades y laboratorios, pero estos

conocimientos se derraman (externalidades positivas) siendo difícil establecer su valor real.

El tema de conocimiento e información y la crítica al Sistema de Cuentas Nacionales ha sido tratado exhaustivamente desde 1960 por diversos autores que han abierto el camino hacia una nueva disciplina: la *economía de la información.* En el presente trabajo se señalan sólo a aquellos economistas que han trabajado problemas taxonómicos y de medición del conocimiento y la información. Machlup publica su primer trabajo en 1962[8], al que siguen numerosas investigaciones sobre el tema. Los resultados alcanzados para el tratamiento conjunto de la información y del conocimiento, aunque débil metodológicamente[9], muestra la gravitación cuantitativa de estas dos variables (31% del producto bruto interno de USA). Más importante que la aproximación cuantitativa, en estos primeros trabajos, es la observación de que se trata de industrias intangibles. La *industria del conocimiento,* como la llama Machlup comprende las actividades de producción, almacenamiento y procesamiento del conocimiento y de la información. El sistema de cuentas nacionales contiene inserto en diversas actividades los productos de la información y del conocimiento. En la medida que buena parte de los mismos se hallan codificados en el sector servicios, la magnitud del error es mayor. Uno de los discípulos de Machlup, profundiza estos trabajos con enfoques metodológicos alternativos. Son diversos los trabajos de Porat[10] que se centra en lo que denomina *actividades informativas.* Tales estudios, realizados individualmente y en colaboración con el Departamento de Comercio de USA, no han sido incorporados plenamente en los nomencladores SIC y NAICS. En consecuencia, es también insuficiente el desarrollo de las metodologías de medición de tales variables.

El proceso de identificación del conocimiento y de la información como industrias, a partir de Machlup, debiera retomarse a fin de avanzar en una conceptualización precisa de las variables que se abordan. Tres aspectos debieran tenerse en cuenta:

- La separación de las actividades del conocimiento y de la información. Como se ha señalado se trata de dos actividades diferenciadas, con fuerte retroalimentación positiva.
- El conocimiento y la información son bienes públicos de elevada pureza para los que los procesos de medición son complejos.
- La medición directa (fuentes de producción) aunque en forma imperfecta, se realiza en la actualidad. No ocurre lo mismo con las externalidades positivas que son muy elevadas en ambas variables.

En consecuencia la taxonomía vigente en el nomenclador CIIU, rev. 3, desconoce que:

1. Las ideas transformadoras de la sociedad son productivas. No son, por lo tanto, servicios. Conforman un recurso primario, como los que se derivan de la tierra. Es el aporte de los seres vivos al fenómeno productivo-social.

---

[8] MACHLUP, Fritz, *The production and distribution of knowledge in the United States,* Princeton University Press, New Jersey, 1962.

[9] MILLÁN PEREYRA, Juan Luis, *La economía de la información: análisis teóricos,* Editorial Trotta, S.A., Madrid, 1993.

[10] PORAT, M. U., *The information economy: definition and measurement,* Vol. I, en *The information economy,* Department of Commerce, Washington, 1977.

2. Las variables información y conocimiento, si bien privatizables en cierta medida, no dejan de ser bienes sociales, cuya provisión es siempre responsabilidad del Estado. Las industrias de tecnología avanzada y el desarrollo teórico ponen en evidencia el rol productor de las variables información y conocimiento.
3. Las instituciones formativas de los diversos tipos de recursos humanos son *fábricas* reproductoras de conocimientos. Esta capacidad de reproducción es ajena a la actividad de los servicios.
4. Los servicios, actividades de apoyo a las actividades productivas, se caracterizan por su baja productividad laboral. Se registran aumentos, en particular en los países desarrollados, en la medida que ciertos servicios (comercio, actividades financieras) incorporan a su función de producción, insumos de componentes de información y de conocimientos, de elevada productividad social y externalidades pecuniarias y tecnológicas.

5.2 INFRAESTRUCTURA

Las actividades de la *infraestructura material* debieran tratarse en un capítulo aparte dado que no son servicios (dos de sus componentes: construcción y electricidad, gas y agua, se aceptan en la actualidad como actividades del sector secundario, junto con la industria manufacturera). Transporte, almacenamiento y comunicaciones completan las actividades denominadas de infraestructura material. Este conjunto de actividades comparte un rasgo conceptual relevante: forman parte de la base material que dispone una sociedad para desarrollar las actividades productoras de bienes y de servicios. En todos los casos bienes tangibles e intangibles que se destinan a la reproducción material y social.

5.3. ESTRUCTURA DEL PRODUCTO BRUTO INTERNO

A título de ejemplo se toma el período 1993-2000 sobre el producto bruto interno a precios de mercado para la economía argentina sobre la base de la clasificación sectorial que establece el CIIU, rev.3 y se la compara con otra que diferencia las actividades del conocimiento y de la información, y de infraestructura. El conocimiento y la información se muestran conjuntamente, dada la pobreza de información que registra el sistema de cuentas macroeconómicas en la actualidad.

PBI Sectorial a precios de 1993 - Modificaciones al CIIU, Rev. 3

1993-2000

SECTORES DE ACTIVIDAD	1993	%	2000	%	Δ
• *Recursos Naturales*	*15.676.063.000*	*6,63*	*19.684.379.000*	*7,11*	*3,31*
A. Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	11.736.940.000	4,96	14.330.739.000	5,18	2,89
B. Pesca	411.910.000	0,17	422.375.000	0,15	0,36
C. Explotación de Minas y Canteras	3.527.213.000	1,49	4.931.265.000	1,78	4,90
• *Recursos Humanos*	*18.180.010.000*	*7,69*	*21.951.357.000*	*7,93*	*2,73*
M. Enseñanza	10.023.089.000	4,24	11.786.472.000	4,26	2,34
N. Servicios Sociales y de Salud	8.156.921.000	3,45	10.164.885.000	3,67	3,19
• *Industria Manufacturera*	*43.138.298.000*	*18,24*	*44.304.795.000*	*16,00*	*0,38*
D. Industria Manufacturera	43.138.298.000	18,24	44.304.795.000	16,00	0,38
• *Infraestructura*	*34.125.817.000*	*14,43*	*44.648.197.000*	*16,13*	*3,91*
E. Suministro de Electricidad, Gas y Agua	4.599.034.000	1,94	7.317.217.000	2,64	6,86
F. Construcción	13.392.933.000	5,66	13.887.912.000	5,02	0,52
I. Transporte, Almacenamiento y Comunica.	16.133.850.000	6,82	23.443.068.000	8,47	5,48
• *Servicios*	*125.384.792.000*	*53,02*	*146.278.840.000*	*52,83*	*2,23*
G. Comercio May. y Min. y Reparaciones	33.862.497.000	14,32	36.464.968.000	13,17	1,06
H. Hoteles y Restaurantes	5.431.791.000	2,30	7.307.105.000	2,64	4,33
J. Intermediación Financiera	9.299.037.000	3,93	17.444.187.000	6,30	9,40
K. Activ. Inmobiliarias, Empres. y de Alquiler	34.131.719.000	14,43	41.063.633.000	14,83	2,68
L. Administración Pública y Defensa	14.515.739.000	6,14	14.049.840.000	5,07	-0,46
O. Otras Activ. de Ss. Comun., Soc. y Pers.	8.944.920.000	3,78	11.650.949.000	4,21	3,85
P. Hogares Privados con Servicio Doméstico	3.856.698.000	1,63	4.012.257.000	1,45	0,57
Q. Organizac. y Órganos Extraterritoriales	46.338.000	0,02	81.143.000	0,03	8,33
Otros	15.296.053.000	6,47	14.204.758.000	5,13	-1,05
PBI a precios de mercado	**236.504.980.000**	**100,00**	**276.867.568.000**	**100,00**	**2,28**

Δ: Tasa de crecimiento

Fuente: Ministerio de Economía, Secretaría de Política Económica, *Informes Económicos N°35 y 38.*

En el año 2000, los servicios declinan su participación en el PBI del 61%, según el CIIU,rev.3 al 52,83%, según las modificaciones que se proponen. Es un período (1993-2000) caracterizado por la baja tasa de crecimiento del producto neto global, 2,40%. En este contexto se destaca una tasa de crecimiento medio anual de los recursos naturales del 3,31 % inferior a la de infraestructura (3,91%). El sector del conocimiento y la información alcanza al 2,73 %, que contrasta con la notable tasa de crecimiento de la intermediación financiera (9,40 %). El conjunto de los servicios tiene una modesta tasa positiva de crecimiento, en buena medida generada por la elevada tasa del sector financiero. Es evidente que la participación de los servicios en la generación del producto bruto de la nación no fue un factor dinámico de crecimiento. A ello contribuyeron estrategias financieras especulativas que conspiraron contra el crecimiento de los sectores productores de conocimientos y de bienes. Respecto de las estrategias citadas, se destaca la desindustrialización que soporta la Argentina. El sector manufacturero representa sólo el 16% en la

estructura del PBI, siendo prácticamente nula su tasa de crecimiento medio anual. El sector más dinámico de la economía con su declinación explica, en buena medida, la caída del salario real y del empleo.

La *disposición* de información económica de largo plazo, permite comparar diversos periodos de tiempo lo que facilita apreciar la evolución del comportamiento global y sectorial de la economía. Así la crisis del sector industrial se hace más evidente si se comparan dos períodos importantes de la evolución de la economía argentina: 1950-1973 y 1993-2000 para los cuales existen datos, aunque de diferente calidad: satisfactorios en la primera etapa, y de baja credibilidad en la segunda etapa. Con base en el año 1960 y 1993 respectivamente, se tienen la composición estructural y la evolución de los sectores principales de la producción de bienes y servicios.

Ingreso Bruto Nacional a Precios de 1960

1950-1973

DIVISIONES	1950	%	1973	%	Δ
• *Productores de Bienes*	*3.595.500.000*	*47,61*	*9.452.300.000*	*53,32*	*4,29*
1. Agricultura, caza, silvicultura y pesca	1.242.800.000	16,46	1.983.600.000	11,19	2,05
2. Explotación de minas y canteras	37.700.000	0,50	254.900.000	1,44	8,66
3. Industrias manufactureras	1.923.700.000	25,47	6.151.600.000	34,70	5,18
4. Electricidad, gas y agua	60.100.000	0,80	413.200.000	2,33	8,74
5. Construcción	331.200.000	4,39	649.000.000	3,66	2,97
• *Productores de Servicios*	*3.298.900.000*	*43,68*	*6.743.900.000*	*38,04*	*3,16*
6. Comerc. al por may. y al por men., rest. y hot.	1.339.800.000	17,74	2.843.300.000	16,04	3,33
7. Transportes, almacen. y comunicaciones	583.300.000	7,72	1.189.500.000	6,71	3,15
8. Establec. Financ., seguros y bienes inmuebles	273.000.000	3,61	563.700.000	3,18	3,20
9. Servicios comunales, sociales y personales	1.102.800.000	14,60	2.147.400.000	12,11	2,94
PBI a precios de mercado	**7.552.500.000**	**100,00**	**17.727.100.000**	**100,00**	**3,78**

Δ: Tasa de crecimiento

Fuente: BCRA, Gerencia de Investigaciones, *Sistema de cuentas del producto e ingreso de la Argentina. Cuadros estadísticos*, Vol. II, 1975.

La comparación estructural de la economía argentina para los períodos 1950-1973 y 1993-2000, muestra un notable retroceso en términos de participación porcentual y tasas de crecimiento medias anuales del sector más dinámico del crecimiento. En efecto, la industria manufacturera, durante el período 1950-1973, incrementa su participación porcentual en el total de la producción neta: 25,47% en 1950 a 34,70% en 1973. Su tasa de crecimiento media anual de 5,18% supera a la del producto bruto interno (PBI) a precios de mercado: 3,78%.

Durante el período 1993-2000, el sector manufacturero pasa del 18,24% en 1993 al 16,00% en el año 2000, respecto del total de la producción neta. Su tasa de crecimiento media anual para el período 1993-2000 es de sólo 0,38% comparada con la del PBI (2,30%).

PBI a precios de 1993

1993-2000

DIVISIONES	1993	%	2000	%	Δ
• *Productores de Bienes*	*76.806.329.000*	*32,48*	*85.194.304.000*	*30,77*	*1,49*
A. Agric, Ganadería, Caza y Silvicultura	11.736.940.000	4,96	14.330.739.000	5,18	2,89
B. Pesca	411.910.000	0,17	422.375.000	0,15	0,36
C. Explotación de Minas y Canteras	3.527.213.000	1,49	4.931.265.000	1,78	4,90
D. Industria Manufacturera	43.138.298.000	18,24	44.304.795.000	16,00	0,38
E. Suministro de Electricidad, Gas y Agua	4.599.034.000	1,94	7.317.217.000	2,64	6,86
F. Construcción	13.392.933.000	5,66	13.887.912.000	5,02	0,52
• *Productores de Servicios*	*144.402.599.000*	*61,06*	*177.468.507.000*	*64,10*	*2,99*
G. Comercio May y Min y Reparac.	33.862.497.000	14,32	36.464.968.000	13,17	1,06
H. Hoteles y Restaurantes	5.431.791.000	2,30	7.307.105.000	2,64	4,33
I. Transporte, Almacenamiento y Comunic.	16.133.850.000	6,82	23.443.068.000	8,47	5,48
J. Intermediación Financiera	9.299.037.000	3,93	17.444.187.000	6,30	9,40
K. Acts Inmob, Empresariales y de Alquiler	34.131.719.000	14,43	41.063.633.000	14,83	2,68
L. Administración Pública y Defensa	14.515.739.000	6,14	14.049.840.000	5,07	-0,46
M. Enseñanza	10.023.089.000	4,24	11.786.472.000	4,26	2,34
N. Servicios Sociales y de Salud	8.156.921.000	3,45	10.164.885.000	3,67	3,19
O. Otras Acts de Ss Com, Soc y Personles	8.944.920.000	3,78	11.650.949.000	4,21	3,85
P. Hogares Privados con Servicio Doméstico	3.856.698.000	1,63	4.012.257.000	1,45	0,57
Q. Organiz y Organos Extraterritoriales	46.338.000	0,02	81.143.000	0,03	8,33
Impuesto al Valor Agregado	12.206.922.000	5,16	12.164.941.000	4,39	-0,05
IVA Importaciones	2.914.922.000	1,23	5.390.917.000	1,95	9,18
IVA Importaciones (retención)	1.144.796.000	0,48	1.277.616.000	0,46	1,58
Impuesto a la Importación	2.440.439.000	1,03	3.828.373.000	1,38	6,64
Ss Financieros Medidos Indirectamente	3.411.027.000	1,44	8.457.089.000	3,05	13,85
PBI a precios de mercado	**236.504.980.000**	**100,00**	**276.867.568.000**	**100,00**	**2,28**

Δ: Tasa de crecimiento

Fuente: Ministerio de Economía, Secretaría de Política Económica, *Informes Económicos Nº35 y 38.*

A diferencia de otras ciencias donde el avance teórico y de los tipos de medición que la acompañan son básicos para la evolución de la disciplina, la economía no registra el mismo tipo de comportamiento. Los errores de medición junto con los errores de clasificación, componen un conjunto de errores que oscurece la eficaz correspondencia entre la teoría y el mundo real. Ello impide determinar con precisión la estructura real de la economía, testar correctamente hipótesis, e induce errores en la toma de decisiones micro, meso y macroeconómicas.

6. MEDICIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL

El desarrollo de las industrias de tecnología avanzada ha puesto de relieve falencias en el sistema de registro contable de las operaciones económicas. En realidad, el sistema de partida doble impuesto desde fines del siglo XV (invención del fray Luca Pacciolo, y que según Schumpeter es una formidable invención que resuelve la medición de los hechos económicos y sociales), siempre tuvo dificultades de medición, en particular acerca de hechos dominados por las externalidades. Éstas se expanden con la presencia dominante de los rendimientos crecientes en la economía, en particular los dinámicos. Las externalidades ocasionan fallas en el sistema de precios (éstos no las registran). La incorporación de las variables relacionadas con el conocimiento se captan muy imperfectamente en el sistema contable. Este sistema recibe fuertes críticas en la actualidad por la ausencia de una correcta cuantificación del capital intelectual. Esto implica fallas en la medición de los costos de producción, y por ende en el establecimiento del piso de los precios de mercado. También se falla en la cuantificación del capital intelectual. Ello se agrava por las dificultades de medición de los activos intangibles que dominan el proceso productivo de las industrias de tecnología avanzada. En este sentido los resultados e impactos de la actual revolución científico-técnica son captados imperfectamente en el sistema de medición empresarial, mesoeconómico y macroeconómico. Esto no implica el colapso de los actuales sistemas de medición; obliga a perfeccionarlos y complementarlos con nuevos indicadores que capten los cambios básicos del actual sistema económico.

La discrepancia de valorización entre el valor de las acciones en el mercado de capitales y el valor contable de las empresas, es elevada. En particular, esto sucede en las industrias de uso intensivo de conocimiento, la fuente de riqueza más importante para crear valor. La mayoría de los activos intangibles y su contrapartida, el denominado capital intelectual, no se registran contablemente. La *relación: activos intangibles/activos tangibles* puede llegar a ser de 9:1; tal el caso de las industrias de software. En este caso el capital intelectual es muy superior al capital patrimonial de las empresas. A nivel macroeconómico, como se ha señalado precedentemente, las inversiones intangibles superan a las inversiones tangibles, Hacia 1930 las relaciones bienes tangibles versus bienes intangibles era 70:30. En 1990 la relación era 37:63.

En el caso de las industrias del software, cuya valorización es la más elevada (supera a las de computación, microprocesadores, instalación de circuitos integrados), el valor de las acciones ha llegado ha ser 20 veces el precio de mercado, caso Microsoft. Este valor equivale a un tercio del PBI de la Argentina. Su rentabilidad (beneficios/ventas), conforme a la valorización contable fue del 31% en 1999. La elevada rentabilidad, medida contablemente, refleja la relación que mantiene con las externalidades, no medidas por el mercado. Éstas influyen en la reducción de costos, favoreciendo un consumo masivo creciente.

La imprecisión para asignar valor contable ha sido y es uno de los factores de especulación y volatibilidad en el mercado accionario. Un hecho significativo basado en las diferencias de valorización, es que la debilidad de medición afecta a los *indicadores macroeconómicos fundamentales* en el mercado de capitales que aportan información sobre la evolución real de las empresas. Se reduce la importancia de las señales objetivas del mercado. Los pronósticos son más imprecisos y se opera

con información parcial, subóptima que torna ineficiente la toma de decisiones de inversión. A ello se suman los efectos desfavorables que la ineficiencia de medición ocasiona al mercado del trabajo y a las estrategias de fortalecimiento de la competitividad. En las empresas, al no conocerse con precisión el impacto de los activos intangibles, se afecta la asignación de recursos en las partidas que componen los mismos. La formación de *burbujas* (se pagan por las acciones de empresas precios elevados, incompatibles con sus niveles actuales de ventas y beneficios), favorece la especulación lo que desata más volatibilidad en los mercados.

Las dos herramientas de síntesis de la información microeconómica contable: el balance y el cuadro de pérdidas y ganancias no registran aspectos históricos, de relaciones con los clientes y estrategias que determinan en buena medida, la valorización de la empresa en el mercado. Los cambios estructurales con la desaparición de productos, la presencia de nuevos bienes, la calidad de los mismos, los nuevos liderazgos tecnológicos, la capacidad de aprendizaje y adaptación, no se reflejan en las mediciones contables. Otros componentes del capital intelectual que hemos descrito en el capítulo IV, no son correctamente informados en el sistema contable. En resumen la moderna organización productiva-social, con su flexibilidad, desarrollo de asociaciones, conformación de redes y desarrollo tecnológico, factores que inciden en la reducción de tiempo y de costos, revela en el sistema tradicional de medición la existencia de importantes errores que afectan la oferta y demanda de bienes y servicios.

La creciente importancia de los activos intangibles se relaciona con el carácter de bien público de los mismos. Los activos del conocimiento *no son bienes rivales*: se utilizan por los actores económicos simultáneamente en diferentes lugares. Los rendimientos crecientes de red aumentan el número de usuarios, y en consecuencia sus beneficios. Los activos del conocimiento tienen costos fijos elevados, pero mediante las externalidades de red que los caracterizan, a mayor cantidad de usuarios, los costos se reducen drásticamente. Los beneficios sociales que perciben los consumidores de estos bienes, no son un obstáculo para que las empresas que los producen obtengan fuertes beneficios privados que compensan, en buena medida, la baja eficacia de las patentes que se aplican sobre estos bienes.

La *correspondencia* entre gastos/ingresos acerca de transacciones reales (principio básico de la contabilidad), no capta plenamente las medidas de gobierno ni los rendimientos crecientes dado que ambas no son transacciones. También se crea o destruye valor en el mundo de los activos intangibles que la contabilidad no registra. Se pierde precisión contable para reflejar el funcionamiento del mercado. A fin de dar mayor veracidad a los gastos e ingresos se proponen diversos indicadores relacionados con el capital intangible.

Edvinsson y Malone[11] señalan que SKANDIA, la mayor empresa escandinava de seguros y servicios financieros mostró el primer informe sobre capital intelectual en forma de indicadores que suplementan el informe contable-financiero. Ello se inserta en la búsqueda de una nueva taxonomia contable, que es de suma importancia como indicador en el mercado accionario. También lo es para los bancos en la asignación de créditos y los procesos de fusión de empresas.

La estructura de valorización basada en Edvinsson y Malone es:

---

[11] EDVINSSON, Leif y MALONE, Michael S., *El capital intelectual*, Ed. Gestión 2000 SA, Barcelona, 1999.

VALOR DE MERCADO

(—)

VALOR CONTABLE

=

CAPITAL INTELECTUAL

(—)

CAPITAL HUMANO

=

CAPITAL ESTRUCTURAL

(—)

CAPITAL DE CLIENTES

=

CAPITAL ORGANIZACIONAL

(—)

VALORIZACIÓN DE PROCESOS

=

CAPITAL INNOVACIÓN

(—)

VALOR DE PROPIEDAD INTELECTUAL

=

VALOR DE BIENES INTANGIBLES NO MEDIBLES

Fuente: Sobre la base de EDVINSSON y MALONE, *El Capital Intelectual.*

El *capital intelectual* se compone de los conocimientos y experiencias disponibles, la tecnología organizacional, la relación con los clientes y las destrezas profesionales, que dan cohesión interna a la empresa y ventajas competitivas en el mercado.

El *capital humano* se forma con los conocimientos, habilidades, inventiva, capacidad y valores de los recursos humanos disponibles. Se *localiza* en áreas y regiones específicas.

El *capital estructural* se compone de equipos, programas, base de datos, sistemas de información, organización, patentes, marcas.

El *capital innovación* se conforma con activos intangibles, tales como derechos de propiedad y comerciales.

El *capital proceso,* conocimiento práctico, comprende los procesos de trabajos

y técnicas como ISO 9000.

El *capital cliente* define la porción de mercado en el que participa la empresa. Su mantenimiento y acrecentamiento es un indicador de las ventajas competitivas de la empresa. A diferencia del capital humano que se localiza en lugares específicos, el capital cliente se *internacionaliza.*

En consecuencia, las empresas deben prestar atención a:

* El nuevo valor de la empresa.
* Las oportunidades de negocios.
* La competición por recursos humanos calificados.
* Las fusiones y alianzas, en particular en su rama de actividad.

En este contexto, el *valor* basado en el concepto de *flujo de caja* dominante históricamente en las ventas de empresas, acciones, nuevos negocios, es hoy reemplazado por el de *valor dinámico*, que comprende los activos tangibles e intangibles. Se tienen ahora activos financieros, físicos, de mercado, humano, organizacional, en el que cobran importancia los tres últimos denominados intangibles. En cuanto a la creciente puja por recursos humanos calificados obedece, a la corta vida de los negocios que demandan más ideas, más conocimientos.

Con relación a la valorización del capital intelectual, ésta se aproxima a través de un conjunto de indicadores que complementan los informes contables-financieros de las empresas. Estos indicadores se refieren a los *bloques*: financiero, cliente, proceso, renovación y desarrollo humano. Ello facilita la valorización en el mercado de capitales, esencial en las empresas en caso de venta de las mismas, fusiones, alianzas estrategias, integración de capital tipo joint venture, etc. Otra cosa ocurre con los precios de mercado que las empresas obtienen por sus bienes y servicios. Éstos se basan en los costos de producción contables, y por lo tanto no reflejan el real aporte de la mayoría de los activos intangibles al proceso de formación de costos. La aportación del conocimiento al proceso productivo se traslada en buena medida como externalidades a los consumidores quienes se benefician de los menores precios resultantes de las innovaciones. Las empresas con elevado capital intelectual son adquiridas por los rendimientos que surgen de los balances. La presencia de burbujas financieras, determinada por la valorización de las acciones, ha entrado en crisis en los dos últimos años. No obstante, los estudios sobre el capital intelectual y sus metodologías de medición deben profundizarse a fin de facilitar el mejor funcionamiento de los mercados de capitales y de bienes.

La OECD[12] mide la inversión intangible, en términos macroeconómicos, a través de sus componentes más relevantes. Se compara la *inversión tangible* con la *inversión intangible.* Los ítem relevantes de la inversión tangible son; maquinas y equipos y construcción. Los ítem que se utilizan para medir la inversión intangible son; educación, investigación y desarrollo y software. Otros componentes de la inversión intangible no se calculan por falta de datos. Se comparan ambos tipos de inversión respecto del producto bruto interno y entre ambas, para un conjunto de países de la OECD.

[12] OECD, *Science, technology and industrial scoreboard*, OECD, 1999, pág. 16.

Las relaciones porcentuales y las respectivas razones para el 1995, se muestran en el siguiente cuadro:

PAÍS	INVERSIÓN TANGIBLE / PBI		INVERSIÓN INTANGIBLE TOTAL / PBI	INVERSIÓN TANGIBLE TOTAL / INVERSIÓN INTANGIBLE TOTAL	MAQUINARIA Y EQUIPO / INVERSIÓN INTANGIBLE TOTAL
	TOTAL	MAQUINARIA Y EQUIPO			
Canadá	16,9	8,2	8,8	1,92	0,93
Estados Unidos	16,9	7,2	8,4	2,01	0,86
Japón	28,5	10,1	6,6	4,32	1,53
Corea	36,6	13,1	0,0	s/d	s/d
Austria	23,8	9,1	7,2	3,31	1,26
Finlandia	16,1	7,0	9,5	1,69	0,74
Francia	17,9	8,1	10,2	1,75	0,79
Suecia	14,6	7,7	10,6	1,38	0,73
Reino Unido	16,3	8,3	8,5	1,92	0,98
Unión Europea	19,0	8,1	8,0	2,38	1,01
Total OECD	20,1	8,3	7,9	2,54	1,05

Fuente: Elaborado sobre la base de OECD, *Science, Technology and Industry Scoreboard 1999, Benchmarking Knowledge-Based Economies*, pág. 114.

Se observa que la inversión intangible, que exhibe una tasa de crecimiento medio anual creciente para el período 1990-1995, muestra una participación porcentual significativa en cada una de las comparaciones. En efecto, para un conjunto de países, excepto Japón y Austria, la inversión intangible supera a la inversión en maquinarias y equipo. Con respecto a Corea del Sur no se tienen datos, pero ha sido incluido por la elevada inversión que registra con relación al producto bruto interno. En cuanto a la totalidad de países de la Unión Europea y los países miembros de la OECD, existe casi paridad entre la inversión tangible y la intangible.

Los datos macroeconómicos, aunque subestiman el total de la inversión intangible por falta de información, revelan la creciente importancia de bienes que se relacionan con el capital intelectual, tal como se ha señalado a nivel microeconómico.

En resumen, los diversos tipos de *errores de clasificación* de las actividades económicas y los *errores de medición*, en particular del capital intangible, se acentúan con el desarrollo de las industrias de tecnología avanzada. Se cuestionan, entonces, los nomencladores, los procedimientos contables de medición y la baja correspondencia de la secuencia: mundo real-medición-teoría.

CAPÍTULO 8

MODELIZACIÓN

En los últimos 50 años la construcción de modelos, sean para el mundo, un país, una región o para líneas de productos, ha adquirido creciente importancia desde la perspectiva teórica y en términos del proceso de toma de decisiones. La complejidad de los sistemas económico-sociales con sus manifestaciones cíclicas, de crisis, mutaciones tecnológicas, cambios sociales, etc., exige un tratamiento sistemático y profundo de estos temas. También de aquellos que se refieren a su comportamiento futuro, tendencias probables de evolución, efectos netos de medidas de política económica, etc. Asimismo, las relaciones políticas internas de un país, entre países, entre países y organismos internacionales, ponen en la base de la discusión y de la reflexión las exigencias de compatibilidad, consistencia, coherencia y sustentabilidad de los planes y programas globales de estabilización y de desarrollo. Tales exigencias sólo pueden resolverse a través de información pertinente y de los modelos. En consecuencia el diálogo interinstitucional, técnico y político debe ser abordado a través de instrumentos que aporten una elevada racionalidad. En este contexto frente a la supuesta "verdad" en términos del puro poder, se abre el camino para una verdad más ligada con la objetividad de los acontecimientos. Se demanda entonces un lenguaje común racional, proporcionado por la información y los modelos que se utilicen. En consecuencia, en problemas controvertidos se perjudicarán quienes no cuenten con las herramientas adecuadas para la solución conceptual de dichos problemas. Además, no se puede construir un dialogo con reglas de juego claras, si no se determinan los puntos de partida que permitan elaborar conclusiones. La precisión cualitativa y cuantitativa de los modelos contribuye a dar claridad a los actores económicos. Buena parte de los estériles debates que se producen en la sociedad, obedecen a la suplantación de la acción racional por opiniones infundadas e interesadas que no responden a las necesidades de la sociedad.

Una cuestión esencial en la elaboración de los modelos, además de su consistencia lógica interna, es que éstos sean evaluados periódicamente a fin de mejorar su capacidad explicativa y predictiva. Se trata entonces de instrumentos que deben perfeccionarse continuamente.

Los *modelos* responden a múltiples propósitos, entre ellos:

- Representación *teórica* de los hechos económicos, a través de un conjunto de relaciones que deben responder a los principios de coherencia y consistencia lógica interna.
- Representación *empírica* de los hechos económicos, con base en los modelos teóricos, cuya eficacia depende tanto de la teoría utilizada como de la información disponible.

Diversas estructuras matemáticas y probabilísticas contribuyen al desarrollo de distintos tipos de modelos. La representación de la economía a través de modelos matemáticos y matemático-estadísticos facilitan el

tratamiento teórico y operacional de la economía. Ellos reducen las inconsistencias verbales, identifican consecuencias no obvias, contrastan hipótesis con la realidad y perfeccionan el campo de la predicción. El modelo como representación simplificada de la realidad es un intermediario entre ésta y la teoría.

Con relación a la utilización de los modelos matemáticos y estadísticos en la economía, se interpreta que los mismos sólo tienen un carácter instrumental. Ésta es una interpretación equívoca dado que las ecuaciones (relaciones) de un modelo económico, si bien se expresan matemáticamente, se elaboran desde la teoría económica. En este sentido las matemáticas forman parte de los modelos teóricos y empíricos de la economía. Como veremos más adelante al referirnos a la noción de equilibrio, en los modelos económicos se establecen las condiciones de equilibrio, las que reciben distintas interpretaciones conforme al marco teórico utilizado. En el caso de que la teoría se subordine a ciertos aspectos relevantes de un modelo matemático (optimalidad, tipo de solución del modelo, estabilidad), y que para ello incorpore sólo supuestos muy abstractos carentes de contrastación empírica, la economía se subordina a las demandas específicas del modelo matemático utilizado.

1. MODELIZACION DEL DESARROLLO

Los *modelos de desarrollo*, en términos empíricos, se proponen describir, explicar, predecir y simular la actividad económica en el mediano y largo plazo; en consecuencia facilitan la evaluación de los cambios e impactos que las políticas de desarrollo y crecimiento desatan sobre el sistema económico. Tales políticas se sistematizan mediante las funciones de la programación, entre las que se cuentan la producción de información estadística y la construcción de modelos de decisión.

En otras palabras, desde el punto de vista de un sistema de decisiones, el plan o programa configura el conjunto de decisiones explicitadas y coherentes, tendientes a asignar los recursos de forma tal que cumplimenten los objetivos sociales y económicos dentro de un horizonte temporal. A ello contribuyen los modelos que racionalizan los diversos procesos de decisión mediante la representación simplificada del mundo real económico y el análisis de alternativas tendientes a modificar la citada realidad.

Importa explicitar las contribuciones que un modelo aporta a la teoría y a la medición económica.

Desde el punto de vista *teórico,* el modelo facilita la explicación, predicción y simulación de las relaciones hipotéticas desarrolladas por la teoría. Este trabajo es imprescindible, ya que la naturaleza fáctica de la actividad económica obliga a la corroboración regular de las hipótesis con el mundo real. Los supuestos a priori no demandan contrastación, en cambio sí los que tienen base empírica. De todas formas la buena práctica científica aconseja apelar a una reducida cantidad de supuestos, en lo posible de base empírica. En el caso de que las hipótesis sean corroboradas para un tiempo y espacio determinado, accedemos al conocimiento de la estructura económica real, y con ello estamos en condiciones de reducir el riesgo y la incertidumbre

en la implementación de políticas económicas. También la construcción de modelos favorece el desarrollo teórico, al evaluar su estructura y los resultados derivados.

Desde el punto de vista de la *medición* de los hechos económicos, es necesario contar con una adecuada información estadística. Esto impulsa el desarrollo del sistema estadístico cuya eficiencia depende del grado de correspondencia entre los datos primarios y la información estadística requerida por la teoría. Un bajo nivel de correspondencia pone de relieve la ineficiencia del sistema estadístico, al tiempo que reduce las posibilidades analíticas del modelo. En consecuencia, la construcción de modelos induce a mejorar los procesos de producción, captación y almacenamiento de la información estadística.

Asimismo los modelos le prestan al debate acerca de las políticas económicas una singular ayuda. Esto se observa en los países avanzados donde un modelo econométrico puede integrarse a un modelo de decisiones que contiene una función-objetivo representativa de las aspiraciones de los políticos, empresarios, obreros y Estado. Con ello se obtiene una gama variada de resultados. Estos resultados conforman la base de escenarios alternativos para una negociación democrática tendiente a reducir y/o conciliar los conflictos de intereses, dar racionalidad al comportamiento de los actores económicos e impulsar los acuerdos económicos y sociales.

En resumen, el proceso de racionalidad implicado en el sistema de decisiones privilegia el rol instrumental de la programación mediada por la producción de información estadística y la construcción de modelos. Esto abre el camino para la evaluación teórica de sistemas económicos reales y de políticas económicas, tanto coyunturales como estructurales. La revisión y evaluación periódica de los resultados y de los medios e instrumentos utilizados, forman parte del trabajo estratégico de la programación, lo que tiende a superar la exposición y aplicación dogmática de ideas, en particular aquellas disfrazadas de ropaje científico.

Las *estrategias de modelización* deben responder a los cambios estructurales que ocurren en la sociedad. Tal es el caso del surgimiento de las industrias de tecnología avanzada. Un conjunto significativo de variables y relaciones giran en torno al proceso de convergencia entre el sistema técnico precedente y el nuevo impulsado por las industrias de tecnología avanzada. La modelización de los hechos estilizados, de las variables y relaciones que motorizan tales industrias, abre el camino para el desarrollo de nuevos modelos.

2. REALIMENTACIÓN ENTRE CONOCIMIENTO-INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA

Los temas desarrollados en los capítulos I al VII, aportan elementos de juicio para el análisis de la interrelación conocimiento-industrias de tecnología

avanzada.

Las investigaciones básicas, aplicadas y el desarrollo tecnológico en el campo de las ciencias naturales, en particular física, química, biología, se hallan fuertemente ligados al desarrollo de las industrias de tecnología avanzada. Los desarrollos en este campo se deben a contribuciones de científicos y tecnólogos, entre los que se destacan la mayoría de los premios Nobel de los últimos años.

Los procesos de formalización teórica y de modelos tecnológicos, así como los modelos de simulación y la realización de complejos cálculos, han encontrado respuestas creativas en el campo de la matemática y de la estadística.

En las ciencias sociales, sus aportes han sido dispares. Ellas no siempre acompañaron el desarrollo de las industrias de tecnología avanzada. No obstante, los sectores que componen las industrias de tecnología avanzada han impulsado las innovaciones en el campo de la producción, de los mercados, financiación, medio ambiente y sociedad. En estos casos sus contribuciones son tan relevantes como la que se producen en el campo de la innovación material.

Los aportes conceptuales más relevantes que alimentan la construcción de modelos son:

- *hechos estilizados:*

  Se han descrito en el capítulo 6.

- *variables y relaciones:*

  Se trata de las variables y relaciones significativas que se hallan en íntima conexión con el desarrollo de las industrias de tecnología avanzada. Algunas de ellas preexisten, otras son concomitantes y otras entran en conflicto con la evolución de las mismas.

2.1. VARIABLES Y RELACIONES PREEXISTENTES AL DESARROLLO DE LAS INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA

Las variables preexistentes que se describen a continuación incorporan nuevos rasgos conceptuales con el desarrollo de las industrias de tecnología avanzada.

- Variables:
  - rendimientos crecientes;
  - eslabonamientos;
  - complementariedad;

- división del trabajo;
- especialización;
- externalidades;
- cambio estructural;
- tecnología;
- dinámica no lineal;
- racionalidad limitada;
- mercados imperfectos;
- acumulación de capital;
- selección de técnicas;
- centro-periferia;
- innovación endógena;
- administración científica;
- costos de transacción;
- investigación y desarrollo;
- necesidades básicas;
- distribución de ingresos con equidad;
- optimización de la demanda;
- crecimiento balanceado;
- crecimiento desequilibrado;
- bienes públicos;
- aprendizaje;
- conocimiento;
- encerramientos;
- rigideces.

❑ Relaciones:

- crecimiento endógeno;
- crecimiento cíclico;
- modelos de causación circular y acumulativa del capital;
- modelos de simulación.

2.2. VARIABLES Y RELACIONES CONCOMITANTES CON LA EVOLUCIÓN DE LAS INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA

Se trata de variables y relaciones que muestran desarrollo originales.

- Variables:
  - información;
  - conocimiento;
  - capacidades;
  - capital humano;
  - capital intelectual;
  - capital social;
  - caos;
  - irreversibilidad;
  - histérisis;
  - sendero dependencia;
  - producción ajustada (lean);
  - flexibilidad organizacional;
  - obrero polivalente;
  - redes;
  - clasificación de las actividades económicas;
  - crecimiento transformacional;
  - dimensión multidimensional del desarrollo.

- Relaciones:
  - Co-evolución de variables;
  - modelos tecnológicos;
  - sistema nacional de innovación;
  - sistemas complejos;
  - régimen de acumulación del capital;
  - relación salarial;
  - modelos de desarrollo endógeno.

2.3. VARIABLES Y RELACIONES EN CONFLICTO CON EL DESARROLLO DE LAS INDUSTRIAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA

Se describen las variables y relaciones que se hallan en conflicto con el desarrollo de un nuevo sistema técnico en la economía y las demandas que plantean los cambios estructurales.

- *estado estable*: no contempla el cambio estructural.

- *expectativas racionales*: mantienen el sistema constante.
- *crecimiento no cíclico*: reduce la estabilidad a un fin en sí mismo.
- *derrame*: motor de la distribución de ingresos.
- *modelos de estabilización con crecimiento exógeno*: no explican ni describen las causas del crecimiento y del desarrollo. Su aplicación se traduce en resultados negativos: desorden estructural de la economía, aumento de la pobreza, el desempleo y la exclusión social. A ello se suma la *carencia* de políticas de desarrollo destinadas a la *creación* de recursos y a la *expansión* de las capacidades de los ciudadanos.

3. MODELOS QUE DEMANDA EL NUEVO SISTEMA TÉCNICO-ECONÓMICO

Los hechos estilizados identificados para las *industrias de tecnología avanzada*, y los conceptos y relaciones descriptos, sugieren diferentes enfoques de *modelización teórica*:

- Modelización de subsistemas sectoriales, caracterizada por los rendimientos crecientes, la innovación continua, nuevas formas organizacionales, la presencia de cambios estructurales y los mercados imperfectos.
- Modelización global de la economía y de la innovación que contempla las características antes citadas. En buena medida los modelos descriptos en los capítulos I, II y III responden a estas demandas.
- Modelos que describen las transformaciones que desatan los cambios estructurales.
- Modelos de balance intersectorial agro-industria, en el contexto de una economía con rendimientos crecientes.

En este capítulo se seleccionan modelos relacionados con temas que demandan tratamientos diferenciados. Tales modificaciones se proponen representar los cambios inducidos por las industrias de tecnología avanzada.

1. Modelos relacionados con el *cambio estructural.*
2. Modelos de *balance intersectorial agro-industria.*
3. Modelos que asocian el proceso de *circular de la economía* con su *evolución histórica.*

3.1. MODELIZACIÓN DEL CAMBIO ESTRUCTURAL

Como se ha señalado en el capítulo I, el cambio estructural no se capta en los modelos en los que se hallan ausentes el tiempo histórico real y el espacio (modelo neoclásico ortodoxo). Acá se reduce sustancialmente la representación eficaz de dicho cambio. Esto se agudiza al evolucionar el sistema bajo el supuesto de estado estable. En este caso, el modelo no cambia cualitativamente. La evolución real de los sistemas sociales enseña que los fenómenos no se repiten en forma idéntica, sin cambios. Al contrario, el cambio evolutivo es lo que distingue a tales sistemas, siendo su fuente básica la irreversibilidad temporal. En este contexto, el enfoque mecanicista en el que dominan los movimientos reversibles, conforma una representación parcial, unilateral e incompleta del mundo real. No obstante, el análisis circular de los hechos económicos no debe desecharse.

Los modelos clásico-demanda efectiva y neoclásico heterodoxo aportan conceptos y relaciones que robustecen el análisis económico y la interpretación del mundo real. En este sentido, se destacan cuatro conceptos: *caos*, *no linealidad, equilibrio* e *irreversibilidad temporal* de los procesos sociales.

- El *caos*, situación de máximo desorden se representa en *modelos no lineales*. Su utilidad reside en que, aún en modelos simples determinísticos, se pueden apreciar los factores que conducen, bajo ciertos supuestos, a un desarrollo explosivo. Sin embargo, tal desarrollo sólo tendría carácter potencial en el sistema económico. Con relación al estado de caos al que arribaría un sistema, Hahn[1] sostiene que a despecho del potencial caótico contenido en todo proceso económico, no se arriba a tal situación, dado que los mecanismos de política económica utilizados impiden que la dinámica caótica continúe. También lo impiden otros factores. Jarsulic[2], al referirse en su modelo a la acumulación del capital señala que la misma no es explosiva dado que en el mismo las funciones de acumulación del capital toman en cuenta el riesgo y las limitaciones reales del mercado. Otros factores de freno son las interrelaciones negativas y los encerramientos tecnológicos.

- Los *modelos no lineales* representan mejor los fenómenos económicos. Como contrapartida la representación de la economía en términos de un único bien impide conocer los efectos del cambio técnico que se diferencia por sectores, así como la intensidad de su propagación intersectorial. No opera el principio de complementariedad, y en consecuencia se desconoce la naturaleza de los eslabonamientos interindustriales. Estos aspectos son esenciales en el análisis tecnológico del desarrollo local, regional de la economía.

- La noción de *equilibrio*, desde el punto de vista *matemático* tiene un

[1] HAHN, Frank, *The next hundred years*, The Economic Journal, Vol. 101, 1991, 47-51.

[2] JARSULIC, Marc, *Dynamic behavior in a two sector classical model: some simulations results*, en HALEVI, J.; LAIBMAN D. y NELL, E. J., *Beyond the steady state: a revival of growth theory*, St. Martin Press, Inc., 1992, 302-322.

significado lógico formal. Acá la noción de *relación* está conformada por un par ordenado de puntos y por un enunciado que, en el caso de expresar una igualdad, determina una función. Desde el punto de vista *económico* se presupone la existencia de relaciones. La diferencia acá reside en que la noción de equilibrio responde a diversas exigencias conceptuales. Éstas comprenden tres aspectos:

* *Aspectos metodológicos*: el *equilibrio* es el principio organizador del programa de investigación neoclásico. Setterfield[3] contrapone este principio al de *historia*, principio organizador del programa de investigación clásico-demanda efectiva. En este enfoque, la historia real se aproxima analíticamente a través del concepto sendero-dependencia, basado en la irreversibilidad temporal de los procesos, rigideces institucionales y fenómenos de encerramiento tecnológico e institucional. En el modelo neoclásico el equilibrio se alcanza a partir de un conjunto de supuestos que permiten arribar a una solución única y estable. Esta solución opera en el tiempo lógico formal, independiente del tiempo histórico y del espacio territorial. La realidad económica aparece subordinada a un modelo matemático, no obstante la irrealidad de los supuestos y de las conclusiones abstractas a las que se arriba. Kaldor[4-5] puntualiza las inconsistencias de esta noción de equilibrio.

* *Aspectos de medición*: un conjunto de definiciones macrocontables son utilizadas en los modelos económicos, como condición de cierre de los modelos. La igualdad lineal que se establece entre diversas variables responde a las exigencias de la contabilidad que equilibra las entradas y salidas del sistema. Estas relaciones sólo describen cuantitativamente hechos económicos; no se proponen ninguna explicación. Entre las ecuaciones más utilizadas se encuentran, la definición macroeconómica: producción = ingresos = demanda = flujo de dinero; y la del balance de pagos que comprende las ecuaciones de la balanza comercial y de movimiento de capitales.

* *Aspectos teóricos*: el equilibrio responde en este caso a condiciones establecidas por la teoría, tal el caso del equilibrio ex - ante: ahorro = inversión, popularizada por la teoría de la demanda efectiva. La calidad de variables endógenas y exógenas son establecidas por las teorías, así como los supuestos y las relaciones funcionales. En los modelos neoclásicos, al ser el equilibrio el principio organizador, los supuestos económicos se ajustan al mismo. Con respecto a los modelos clásico-demanda efectiva, las soluciones de equilibrio son transitorias. En efecto, el sistema económico enfrenta desequilibrios cíclicos y estructurales los que desplazan al mismo a una nueva posición de equilibro transitorio.

➢ La *irreversibilidad temporal* se asocia a la segunda ley de la termodinámica tal como lo explicita Georgescu-Roegen[6]. Se trata de la termodinámica del

[3] SETTERFIELD, Mark, *Should economists dispense with the notion of equilibrium?*, Journal of Post Keynesian Economics, Vol. 20, N°L, Fall 1997, 47-76.

[4] KALDOR, Nicholas, *The irrelevance of equilibrium economics*, The Economic Journal, 82, 1972, 1237-1255.

[5] KALDOR, Nicholas, *What is wrong with economic theory*, The Quarterly Journal of Economics, Vol. LXXXIX, N°3, August 1975, 347-357.

[6] GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas, *De la science économique a la bioéconomie*, Revue d'économie politique, vol. 88, N°3, Mayo-Junio 1978, 337-382.

no equilibrio en la que *estructuras disipativas* importan energía libre y exportan entropía (cantidad de energía no disponible). La energía no desaparece; no está disponible. En consecuencia, la máxima entropía implica mínima información, factor de desorden creciente. Se trata de un proceso dinámico de nuevo tipo donde el capital que se genera es producto del trabajo y del capital generado en el proceso productivo anterior. Es una interpretación de los hechos económicos en los que la evolución biológica establece nexos metodológicos con la evolución de los hechos económicos.

En los capítulos 1 y 4 se han analizado los límites que se plantean para la modelización de los cambios estructurales. En particular, los modelos logísticos así como los modelos secuenciales se aproximan al tema, aunque no lo resuelven. Los modelos logísticos capturan los resultados que se derivan del cambio estructural, pero no alcanzan a describir el proceso del mismo. En cuanto a los modelos secuenciales que descalifican a los modelos circulares, fallan al no poder representar los cambios para todo el tejido de interrelaciones económicas.

La representación del cambio estructural renueva su importancia en el campo de la modelización porque con las industrias de tecnología avanzada emerge en el sistema económico un nuevo sistema técnico con nuevas propiedades, y un proceso de innovación continuo sin precedentes en la evolución del sistema capitalista. Asimismo la productividad diferencial de los sectores económicos, reflejo del desarrollo desigual de las innovaciones, afectan el intercambio internacional de bienes. Ello demanda la construcción de modelos multisectoriales.

3.2. MODELIZACIÓN DEL BALANCE INTERSECTORIAL AGRO-INDUSTRIA

Las relaciones agro-industria, enfocadas desde la perspectiva teórica de los modelos de causación circular y acumulativa del capital, también son alteradas por el cambio estructural que exhiben las industrias de tecnología avanzada. Las tradicionales relaciones centro-periferia, con un centro industrializado y una periferia agrícola, atrasada, mostraban un centro dinámico, con rendimientos crecientes en sentido amplio, frente a una agricultura de rendimientos decrecientes. La incorporación de las industrias de tecnología avanzada ha ampliado la brecha, a pesar de los pronósticos de convergencia de la versión ortodoxa neoclásica, y de interpretaciones heterodoxas como la realizada por la hipótesis de alcance[7] (países líderes-países seguidores). Un cambio estructural significativo en el sistema económico es impulsado por los rendimientos crecientes dinámicos potenciados por el desarrollo de las industrias de tecnología avanzada. Este cambio alcanza al sector agricultura que históricamente ha mostrado rendimientos decrecientes. En la actualidad, en los países desarrollados se observan rendimientos crecientes en productos, impulsados por la incorporación de tecnologías originadas en las industrias de tecnología

[7] ABRAMOVITZ, M., *Catching-up, forging ahead, and falling behind*, Journal of Economic History, June, 1986.

avanzada, en particular por la utilización de insumos del conocimiento y modificaciones a los procesos materiales. Esto implica un cambio dramático sobre la percepción que desde siempre se tuvo sobre la agricultura en las ciencias sociales. En la actualidad, si los rendimientos crecientes se generalizan a la relación agro-industria, surgen nuevos problemas, cuya solución demanda cambios en las relaciones básicas entre ambos sectores.

Los *rendimientos crecientes* y los *mercados imperfectos* (ambos excluidos del esquema walrasiano) conforman dos rasgos inseparables en el funcionamiento de las economías desarrolladas. En este contexto, Kaldor[8] propone realizar un nuevo tipo de modelo que contemple la irreversibilidad temporal de los procesos y el cambio continuo de las variables económicas más relevantes, en un contexto en que las fuerzas que lo inducen son endógenas, excepto los aspectos materiales y humanos que vienen del pasado, único factor exógeno en la evolución del sistema económico. En este contexto, una variable central son los rendimientos crecientes dinámicos. Ellos determinan el carácter endógeno del desarrollo. El sistema no tiende al equilibrio estable dado que se generan eventos que desatan nuevas oportunidades de desarrollo. En este mundo dominado por la información y el conocimiento, los métodos indirectos de producción (crece la razón capital/trabajo), se profundiza la división del trabajo y se generan nuevos bienes e industrias, siendo el factor limitante la extensión de los mercados. Los rendimientos crecientes en sentido amplio (*estáticos*: rendimiento creciente de planta, intensificación de la razón capital/producto; y *dinámicos*: investigación y desarrollo, aprendizaje, educación, inversiones innovadoras), se generalizan en el sector manufacturero.

Kaldor aporta un estructura básica que no modeliza formalmente para el análisis de la relación agro-industria. En el modelo kaldoriano, los rendimientos crecientes se producen en el sector manufacturero, sector en el que se profundizan las diferencias en la productividad laboral. En cambio, en el sector agricultura dominan los rendimientos decrecientes o constantes. Todo esto impone restricciones al desarrollo de la economía. En particular, la demanda de los bienes tradicionales de la agricultura está limitada por la Ley de Engel: la proporción de ingresos gastados en la agricultura es menor con relación al gasto realizado en otro tipo de bienes, a medida que aumenta el salario real. Ello implica una participación menor de los bienes agrícolas en la demanda final. También incide en el desarrollo de la agricultura el efecto Presbich: el incremento de productividad en los bienes primarios implica menores precios para los consumidores, en tanto que los incrementos de productividad en los bienes manufactureros implican la apropiación de la misma, que se traduce en mayores salarios y beneficios.

En lo referente al *sector manufacturero*, las industrias de la segunda revolución industrial muestran fuertes rendimientos de escala (celulosa, petroquímica, siderurgia, metalmecánica, automotor, etc.), tal como lo prueba la vigencia de la ley de Verdoorn en los países desarrollados[9]; también en la Argentina[10]. La reciente incorporación de las industrias de tecnología avanzada al sistema económico se caracteriza por los rendimientos crecientes

[8] KALDOR, Nicholas, *Economic without equilibrium*, M. E. Sharpe, Inc., Armonk, 1985, 57-79.

[9] KALDOR, Nicholas, *Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom*,, Cambridge University Press, 1966, 1-40.

[10] HERNÁNDEZ, Ruby Daniel, *Desarrollo sustentable. Evaluación de la variable tecnología en los proyectos de inversión*, Ediciones Macchi - Grupo Banco de la Provincia de Buenos Aires, 1995, pág. 12.

dinámicos y el derrame de fuertes externalidades positivas que aceleran el desarrollo económico.

Con relación al *sector agricultura* en la década del 60/70, período de la revolución verde, se aprecia una expansión del agro con base en el conocimiento técnico incorporado, con rendimientos constantes o decrecientes de la tierra. Desde los 70, el sector agricultura es invadido por los sucesivos cambios tecnológicos (mecanización, quimización, nuevas semillas, biotecnología, tecnología de la información, materiales avanzados). El sector exhibe hoy un fuerte crecimiento en términos de la productividad total de los factores, que aventaja en muchos países a la tasa de crecimiento medio anual del sector manufacturero. El crecimiento más lento de la productividad manufacturera obedece a que estadísticamente en el período del 70, el sector se encontraba más desarrollado que la agricultura, siendo más estable la evolución del índice de productividad total de los factores. Cabe señalar que la presencia de las nuevas industrias de tecnología avanzada, en su proceso de ensamble con el resto del sector manufacturero, no favorece durante la década del 80 la consolidación de una mayor productividad de los factores.

Martin y Mitra[11] demuestran que la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores en el sector agricultura es mayor que la que registra el sector manufacturero, en promedio y para grupos de países con diferentes niveles de desarrollo. Los resultados alcanzados para 50 países son en términos de la participación real de los factores:

Productividad Total de los Factores
1967-1992

PAÍSES	MANUFACTURA Δ	AGRICULTURA Δ
Ingreso bajo	0,69	1,99
Ingreso mediano	0,97	2,91
Ingreso alto	1,41	2,69

Δ = tasa media anual de crecimiento.

En USA, Japón, Corea del Sur, Taiwan, Finlandia y Holanda, entre otros países, la tasa de crecimiento medio anual de la productividad total de los factores en el sector manufacturero supera a la del sector agricultura. Son países en el que las industrias de tecnología avanzada, de muy elevada productividad, son cada vez más gravitantes en el conjunto de todas las actividades económicas.

Los resultados resumidos implican un crecimiento de la competitividad del sector agricultura con tendencia a la convergencia del mismo en los países desarrollados. En estos países se difunden rápidamente las innovaciones en contextos de fuerte desarrollo institucional y de la educación en todos sus niveles. Es importante recalcar que si bien el sector agricultura está atomizado como oferta, y por lo tanto es baja la disposición individual a gastar en investigación y desarrollo, ello es compensado por una fuerte evolución institucional que facilita la difusión de las innovaciones tecnológicas y organizacionales.

[11] MARTIN, Will y MITRA, Devashish, *Productivity growth and convergence in agriculture and manufacturing*, Working Paper, The World Bank, August 1999.

La *transición* del sector agricultura tradicional al actual, supera diversas restricciones como la baja división del trabajo, la lenta evolución, casi fijeza, de la tecnología agrícola, y los cambios en la demanda de productos alimenticios. Se pasa así, en el plano conceptual, de los modelos con tecnología fija de Ricardo, con rendimientos decrecientes de la tierra que conducen inexorablemente al estancamiento, al modelo dual de Lewis caracterizado por una agricultura con excedente de mano de obra que alimenta el proceso de industrialización del sistema económico. Se arriba finalmente a los modelos kaldorianos, en los que todavía subsiste una agricultura de rendimientos decrecientes o constantes, y que reconocen las mejoras que trae el cambio técnico en la agricultura. Respecto de Lewis[12], el tema de la complementariedad sólo es tenida en cuenta en términos de distribución de ingresos a fin de explicar un estadio del desarrollo de la industria, sector que recibe mano de obra del sector agricultura en el que el trabajo tiene nula productividad marginal. No se tiene en cuenta el funcionamiento de la complementariedad en términos de demanda, que sí se explicita en el modelo de Kaldor. Además, en este último se aprecia mejor el funcionamiento de los mecanismos de tipo centro-periferia, tal como lo mostrara Prebisch. Un aspecto central en la relación agricultura-manufacturera es el análisis estructuralista de Olivera[13] (el estructuralismo latinoamericano forma parte del programa de investigación clásico-demanda efectiva). El trabajo se centra en la *relación de precios* entre ambos sectores y los factores que desatan la inflación estructural. Se señala que ante fuertes aumentos de precios es lento el ajuste dinámico a una nueva posición de equilibrio. Bajo el supuesto de inflexibilidad a la baja de los precios del sector manufacturero, los precios de intercambio agricultura-manufactura dependen de factores que impulsan la inflación estructural. Estos factores son la expansión autónoma de la demanda y oferta de la agricultura, y los coeficientes de elasticidad de oferta y de demanda con respecto a los precios relativos. La incorporación al modelo de la variaciones en los salarios monetarios y de los ingresos del capital, determinan diferentes niveles de inflación estructural. Las contribuciones de Prebisch, Olivera y Kaldor son esenciales en los trabajos que se realizan sobre el balance sectorial agricultura-manufactura.

En términos de la *oferta de bienes*, la baja división del trabajo y del desarrollo técnico, asociada a las restricciones de mercado, caracterizaron durante siglos al sector agricultura. Es el mundo de rendimientos decrecientes. La etapa que va desde 1950 a 1970, período en que los adelantos técnicos facilitan la diversificación de productos y un sustancial incremento de la producción vía el mayor rendimiento de los cultivos con similares restricciones de mercado, permite sentar la hipótesis de rendimientos constantes. La etapa que se inicia hacia la década del 70, muestra en el agro cambios profundos en su dinámica productiva. Ello ocurre por la aplicación de un conjunto de tecnologías, unas mejoradas, otras inéditas: mecanización, quimización, tecnología de la información, biotecnología, materiales avanzados, siembra directa. Son tecnologías que ahorran tierra, mano de obra y profundizan la utilización del capital en sentido amplio (capital físico e

[12] LEWIS, Arthur W., *Economic development with unlimited supplies of labor*, Manchester School of Economics and Social Studies, 22, 1954, 139-191.

[13] OLIVERA, Julio H. G., *Aspectos dinámicos de la inflación estructural*, Desarrollo Económico, Octubre-Diciembre de 1967, 260-267.

intelectual). En este proceso surgen nuevas estrategias productivas y organizacionales para responder a una profundización de la división del trabajo y una mayor especialización que culmina con la producción de nuevos bienes y el desarrollo de nuevas actividades. Se expanden los eslabonamientos de actividades hacia adentro del sector agricultura y se derrama al subsector industrial del denominado complejo agro-industrial. El sector agricultura, en buena medida a través del fuerte desarrollo biotecnológico, utiliza nuevas tierras de bajo rendimiento, preserva los suelos y produce una cantidad y calidad de bienes diferenciados destinados no sólo a la alimentación. En efecto, a partir de un mismo cultivo, se producen insumos destinados a la salud, energía, combustibles, e industria. Se explotan nuevos cultivos industriales (sector no destinado a la alimentación) que sustituyen insumos industriales tradicionales usados en la química y en la medicina. El rasgo *innovador* del sector agricultura es su industrialización hacia adentro. Ello explica los incrementos de la productividad total de los factores y el acceso a rendimientos crecientes en muchos cultivos, incluso en productos tradicionales como trigo, maíz, soja, cuyos rendimientos por hectárea cultivada crecen sustancialmente, con igual o menor proporción de insumos.

En términos de la *demanda de bienes,* la agricultura en tanto producción de alimentos, estuvo y está sujeta a diversas restricciones. Una restricción, como se ha señalado, es la ley de Engel que limita la absorción de estos bienes, y por lo tanto la expansión de la producción. Otra restricción que cobra relevancia en el contexto de las relaciones centro-periferia, es la baja elasticidad precio e ingreso de la demanda de exportaciones agrícolas que frena la evolución de los países subdesarrollados. Una estrategia para mejorar la posición de la agricultura es convertir las exportaciones de bienes primarios en alimentos industrializados que atenúan la falta de competitividad. Esto permite llegar a más mercados. En términos de la demanda de bienes originados en la agricultura se destacan otros, inéditos, que se dirigen a sectores industriales, a la producción de nuevos materiales avanzados, a la preservación del medio ambiente y a la salud, ninguno de ellos expuestos ni a la ley de Engel ni a bajas elasticidades precio e ingreso de la demanda de exportaciones.

La complementariedad sectorial agro-industria facilita un crecimiento continuo. Con rendimientos decrecientes en el agro y crecientes en la industria, la disponibilidad de productos primarios se halla en línea con el incremento en los requerimientos resultantes del aumento en la producción industrial[14]. Estos productos primarios tienen mayores costos de fabricación, transporte y distribución, lo que aumenta su participación en el precio final. Lo mismo ocurre con bienes sin procesar. En ambos casos el productor recibe un precio que tiende a disminuir con relación al precio que pagan los consumidores. Ésta es la consecuencia de una oferta atomizada, donde el precio es dado; y al productor agropecuario le resulta difícil retener stocks y organizarse para enfrentar intermediarios y demandantes industriales que conforman mercados imperfectos. Todo ello se traduce en menores precios para el productor de bienes.

[14] KALDOR, Nicholas, *Causes of growth and stagnation in the world economy*, Cambridge University Press, 1976, p. 73.

Kaldor esboza el problema de las relaciones esenciales agro-industria, en el denominado *modelo de balance intersectorial*, bajo cuatro supuestos:

- principio de complementariedad;
- rendimientos decrecientes en el sector agricultura;
- rendimientos crecientes en el sector manufacturero;
- precios relativos (precios de intercambio).

El movimiento económico que parte de las nuevas inversiones, y que a través del principio acelerador- multiplicador se traduce en más productos, más consumo, etc., tal como se plantea en el modelo de Harrod-Domar, sólo contempla la producción de un único bien. Este tipo de supuesto también utilizado en los modelos neoclásicos, elude los efectos de los problemas estructurales, y supone exógenos muchos factores que afectan el crecimiento. El aspecto más importante desde el punto de vista del desarrollo, es la interdependencia (complementariedad entre sectores) la cual no tiene cabida en los modelos de un único bien. El proceso de realimentación sectorial no se tiene en cuenta en este tipo de modelo. Tampoco la productividad sectorial, que para Adam Smith depende de la división del trabajo y ésta del tamaño del mercado.

Con respecto a los rendimientos crecientes en la industria, donde los precios se forman desde la oferta y las actividades se concentran para mejorar los rendimientos, se impulsa la formación de mercados imperfectos.

En la formación de precios, ambos sectores (agricultura e industria) operan en mercados que facilitan una diferente determinación de los mismos. Los precios relativos, precios de intercambio, definen el equilibrio, balance sectorial de la economía.

Kaldor elabora un *modelo cerrado* que establece los límites del crecimiento. Abre el camino teórico para comprender el funcionamiento dinámico sectorial de la economía. A fin de captar las relaciones esenciales, abstrae efectos y relaciones entre variables que son importantes en la vida real. Como contrapartida, el modelo opera con *supuestos* de base empírica que tienen directa relación con el modelo de balance intersectorial. Ellos son:

* El principio de *complementariedad* que realimenta el uso de insumos y de bienes del agro a la industria, y viceversa. La complementariedad se entiende como relación apropiada (no es proporcional como en el modelo de von Neumann[15]).

* La tierra es escasa y la tecnología es constante en el agro. Ello conduce a *rendimientos decrecientes* en los factores tierra, capital y trabajo. Con rendimientos decrecientes se requieren más recursos para producir lo mismo. En consecuencia, se limita el uso de los recursos para otros fines y la tasa de beneficios declina en la agricultura. La alternativa es el uso de tecnología que ahorra tierra, intensifica la demanda de capital y mejora los rendimientos.

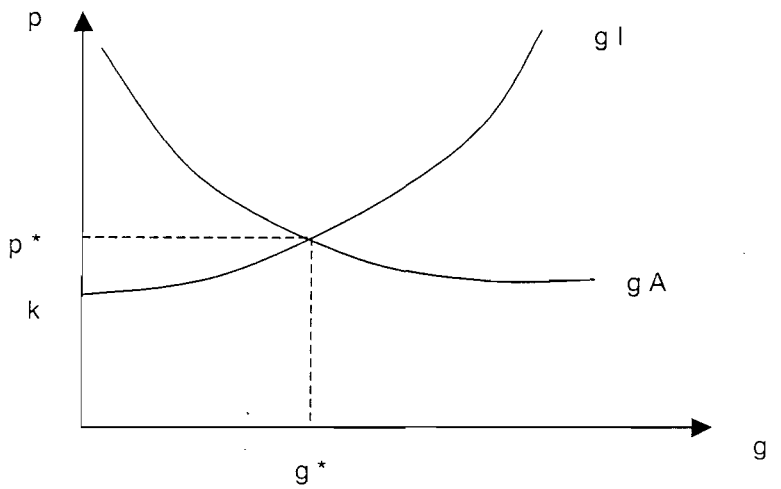
* El sector industrial exhibe *rendimientos crecientes*, lo que conlleva la concentración de actividades, y la formación de mercados imperfectos a fin

[15] VON NEUMANN, John, *A model of general economic equilibrium*, Review of Economic Studies, 13, 1945-46, 1-19.

de retener la tasa de beneficios.

* Ambos sectores, agricultura e industria, producen cada uno un *solo bien*: maíz y acero. El maíz es el bien salarial y el acero el bien de consumo e inversión. La producción especializada de bienes de consumo e inversión se inspira en el modelo de reproducción ampliada de Marx.
* La mano de obra del agro, de *disposición ilimitada*, se traslada a la industria, dado que los *salarios* de ésta (maíz) superan las ganancias que se obtienen en la agricultura. Ello asegura el *traslado* de obreros a la industria.
* La cantidad de maíz vendida por el agro (costo salarial fijo), *determina* el empleo en la manufactura.
* El *ahorro* en el agro es parte de lo producido y se destina a inversiones de bienes de capital. Junto con la relación de precios de intercambio con la industria, son los factores que inciden en la acumulación del capital.
* Los *dueños de la tierra* obtienen ingresos con la producción que llevan a cabo los cultivadores. Tales ingresos resultan del porcentaje de bienes producidos que les corresponde. Los mismos se venden y su monto se destina a préstamos a los mismos cultivadores.
* La decisión de *ahorro* en la industria es secundaria; la decisión de inversión es primaria, y de ella surgen los beneficios que luego se destinan al ahorro.
* En la industria, con productividad constante y tecnología dada, el producto total del acero se *determina* sin tener en cuenta el precio del acero.
* El precio *mínimo* del acero se iguala al costo laboral unitario, donde el salario es fijo en términos de maíz. Debajo del mínimo la actividad no es rentable.

La *interdependencia* (complementariedad) entre la tasa de crecimiento del sector agricultura gA (curva descendente) y la tasa de crecimiento del sector manufacturero gI (curva creciente bajo rendimientos crecientes), alcanza diversos puntos de equilibrio, entre ellos:



donde:

p = precio del acero en términos del maíz (término de intercambio);

g = tasa de crecimiento de cada sector, (g I = sector manufacturero); (g A = sector agricultura);

k = costo laboral unitario mínimo.

p* = precios relativos de equilibrio

g* = tasa de crecimiento de equilibrio del agro y de la industria.

- La *relación de intercambio* es no lineal. A menor precio del bien industrial, con tasa de ahorro dada, es más rápido el crecimiento en la agricultura. Dado que ésta tiene rendimientos decrecientes, la mayor inversión reduce su productividad y en consecuencia se desplaza hacia el interior la curva gA. Con tecnología que ahorra tierra, la curva se desplaza hacia afuera.
- La *relación de intercambio* no lineal en la industria es positiva y favorece su crecimiento. A menor precio de los alimentos, se destina más ingreso a la inversión. En un extremo, si el precio del maíz es infinitamente alto, toda la producción de acero se reinvierte. En el otro extremo, la actividad no es rentable, dado que el precio iguala al costo salarial. Todo el acero se destina al pago de alimentos. Si el precio es un porcentaje fijo del costo laboral unitario, la curva gI se desplaza ante cambios en el salario real y en la productividad laboral. A mayor productividad laboral gI se desplaza hacia afuera. Si el salario supera al crecimiento de la productividad laboral produce el efecto contrario; y la curva gI se desplaza hacia adentro.
- El *equilibrio* (p*,g*) entre la oferta y demanda sectorial determina el balance intersectorial. El crecimiento es continuo, si se emparejan ambos tipos de demanda. Si se tienen en cuenta las diferencias de elasticidad ingreso de la demanda de bienes de la agricultura y la manufactura, la tasa de crecimiento del sector manufacturero supera al de la agricultura. En consecuencia, si las relaciones de intercambio no trabajan correctamente, se generan desbalances entre el sector agricultura y el sector manufacturero. La ausencia de balance conduce al estancamiento con inflación. El desequibrio también se observa con exceso de alimentos y elevado desempleo. El desequilibrio se profundiza por la acción de otros factores, en particular las erróneas políticas económicas. La complejidad del modelo de dos sectores radica en que el sistema de formación de precios, la demanda y el rol del progreso técnico difieren en ambos sectores.
- La incorporación del supuesto de cambio técnico en la agricultura y en la industria que ahorra mano de obra, con salario constante (maíz), determina desplazamientos de la curva gI hacia la derecha, respecto de la curva gA dada, lo que implica una mayor tasa de crecimiento. Si se cumple la ley de Verdoorn (elevada productividad laboral con mayor crecimiento del producto), la industria tiene rendimientos crecientes. Con salarios constantes y en presencia de una revolución agrícola en la agricultura, se tendría un exceso de alimentos, que mejoraría los precios de la manufactura. Ésta incrementaría su capacidad productiva, y ambos sectores crecerían.

- El crecimiento en ambos sectores enfrenta a la manufactura con restricciones de demanda. En la agricultura, la mayor oferta atomizada del sector depende de los precios que fijan las organizaciones oligopólicas que se ocupan de la distribución de los bienes de la agricultura. Una baja de precios hace caer los beneficios de la agricultura. Se demanda un control institucional de stocks para regular los precios y establecer la disponibilidad real de los bienes de la agricultura que es la que restringe el crecimiento de la manufactura. Ésta como se señaló, la única limitación que enfrenta, es en la demanda para la colocación de sus bienes.

Con base en el núcleo esencial kaldoriano se pueden incorporar supuestos y alternativas de política económica, medios instrumentales que permitan alcanzar objetivos materiales, sociales y humanos del desarrollo económico.

El modelo no formalizado de Kaldor, sirvió de base para una apreciable cantidad de trabajos que desarrollan modelos formalizados para economías cerradas y abiertas. Entre estos modelos se destacan el elaborado por Targetti[16] y el modelo de Thirlwall[17] para economía cerrada y abierta. En este caso, las relaciones de intercambio, bajo el supuesto de Prebisch-Singer (deterioro secular de la relación de intercambio a favor de la industria) sólo se cumple cíclicamente. Ello no implica que la tendencia esencial desaparezca, tal como lo señalan los metódologos del realismo crítico.

A partir de estos modelos correspondería incorporar para un conjunto de países desarrollados y otros que se encuentran en una situación intermedia en la evolución de la relación agro-industria, un tipo de *modelo con rendimientos crecientes en ambos sectores.*

El tratamiento que recibe la agricultura en los modelos descriptos, captura sólo las *innovaciones* en mecanización y quimización que ahorran trabajo y tierra. Kaldor puntualiza que se requieren, en proporción, menos insumos en la agricultura. En efecto, en el siglo XVII se requería en proporción a la producción, el 50% de insumos; hacia 1840, un 36%; un 9% en 1900; un 3% en 1970. Esta tendencia se acelera en la actualidad por innovaciones que incrementan fuertemente la productividad de la agricultura y validan el supuesto de rendimientos constantes y crecientes. Este *conjunto de innovaciones* se origina en las industrias de tecnología avanzada, en particular la tecnología de la información, los materiales avanzados y la biotecnología. En países con fuerte desarrollo agrícola, los incrementos de productividad resultan de elevados incrementos en la producción, con una demanda menor de insumos, tierra, trabajo y capital. En estos casos, se suma la presencia creciente del capital intangible que asocia fuertes externalidades positivas que benefician a los consumidores, al tiempo que se alcanza una elevada rentabilidad empresarial. Schultz[18] señala que la ley de rendimientos decrecientes en la agricultura, derivada a partir de un recurso fijo (tierra), es reemplazada en USA por la ley de rendimientos crecientes impulsada por el

[16] TARGETTI, Ferdinand, *Growth and the terms of trade: a kaldorian two sector model,* en KING, John E. (Ed), Economic growth in .theory and practice, Cambridge University Press, Cambridge, 1994, 534-551.

[17] THIRLWALL, Antony P., *A general model of growth and development on kaldorian lines*, Oxford Economic Papers, 38, 1986, 199-219.

[18] SCHULTZ, Theodore, *Origins of increasing returns*, Blackwell Oxford, 1993.

cambio tecnológico y por el creciente rol del capital humano en el desarrollo de la agricultura. Se está en presencia de rendimientos crecientes en sentido amplio. También cambia el impacto de la ley de Engel, y se tienen mejores elasticidades precio e ingreso de la demanda de importaciones y exportaciones para una economía abierta.

Con relación a los precios, ellos están fijados en la industria sobre la base de un porcentaje del costo laboral unitario. Con respecto a la flexibilidad de precios en el sector agricultura, sustentado por la ley de oferta y demanda que opera en mercados perfectos, cabe señalar que ello ocurriría si las fluctuaciones de precios fueran amortiguadas por los intermediarios. Si esto no ocurre, los intermediarios especulan sobre el nivel de stocks disponibles conforme a la expectativa de precios futuros, y ello desestabiliza los mercados de bienes del sector agricultura. Los precios flexibles devienen ineficientes y retardan la producción de bienes. Se plantea, entonces, la fijación de precios que normalicen los stocks.

Otro aspecto que debiera tenerse en cuenta en el sistema económico actual es el límite que a la producción de bienes establecen las diferentes secuencias temporales para la producción de los mismos. Las industrias de tecnología avanzada han contribuido a una reducción drástica de tiempos para la producción de diferentes bienes. La elasticidad de oferta de bienes industriales, en el corto plazo, se satisface rápidamente. La elasticidad de oferta del sector agricultura, también se mejora, al diversificarse y reducirse el tiempo de disposición de bienes.

3.2.1. Modelo de Balance Intersectorial con Rendimientos Crecientes en los Sectores Agricultura e Industria

Los *hechos estilizados* identificados en el presente trabajo y el *desarrollo teórico* realizado sobre el balance intersectorial entre el sector agricultura y el sector manufacturero, permiten esbozar una relación entre ambos en términos de rendimientos crecientes generalizados.

Con *rendimientos crecientes* en sentido amplio para los sectores agricultura-manufactura se esboza cualitativamente el siguiente modelo.

En términos de un *modelo cerrado*, los supuestos esenciales son:

- principio de complementariedad;
- rendimientos crecientes en el sector agricultura;
- rendimientos crecientes en el sector manufacturero;
- precios relativos (precios de intercambio).

En la formación de precios, ambos sectores (agricultura e industria) operan en mercados imperfectos en los que se determina una diferente formación de los mismos. Estos precios relativos, precios de intercambio, definen el equilibrio, balance sectorial de la economía.

Otros supuestos son similares al modelo de Kaldor, excepto:

* La dotación de tierra se expande, se intensifica el rendimiento del suelo y de los cultivos como resultado de la actual revolución científico-tecnológica. Los rendimientos en el agro son crecientes en sentido amplio. Se expande el uso de recursos para otros fines y la tasa de beneficios se incrementa en el sector agricultura.

* La formación de mercados imperfectos en la agricultura se acelera por la protección y subsidios que llevan a cabo los países desarrollados. Se tiende a la concentración de tierras por parte de las corporaciones y de las organizaciones de productores agropecuarios.

* Ambos sectores, agricultura e industria, producen cada uno un *solo bien*: soja y computadoras. La soja es un bien salarial, de consumo, también es un bien que se utiliza en procesos de industrialización de bienes alimenticios y no alimenticios. Las computadoras se destinan al consumo y la inversión. Esta relación de dos sectores se inspira también en el modelo de reproducción ampliada de Marx.

* La mano de obra del agro, de *disposición ilimitada*, se traslada a la industria, dado que los *salarios* de ésta (soja) superan las ganancias que se obtienen en la agricultura. Ello asegura el *traslado* de obreros a la industria.

* La cantidad de soja vendida por el agro (costo salarial fijo e insumo industrial) incrementa su demanda por el sector manufacturero. Ello hace crecer la demanda de empleo en este sector

* El *ahorro* en el agro es parte de lo producido y se destina a inversiones de bienes de capital. Junto con la relación de precios de intercambio con la industria, son los factores que inciden en la acumulación del capital.

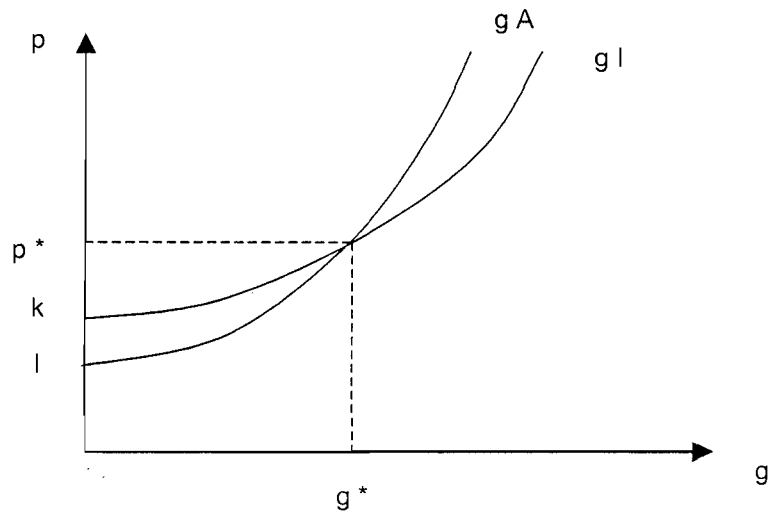
* Los *dueños de la tierra* en el agro obtienen ingresos con la producción que llevan a cabo los contratistas. Tales ingresos son un porcentaje de los bienes producidos que les corresponden. Éstos se venden, cantidad que se destina parcialmente a través de intermediarios financieros, a préstamos a los mismos contratistas.

* La decisión de *ahorro* en el agro y la industria es secundaria; la decisión de inversión es primaria, y de ella surgen los beneficios que luego se destinan al ahorro.

* El precio *mínimo* del acero se iguala al costo laboral unitario, donde el salario es fijo en términos de soja. Debajo del mínimo la actividad no es rentable.

* El precio *mínimo* del sector agricultura cubre los costos de producción. En este caso la amortiguación cíclica en el manejo de los stocks es decidida por los agentes relevantes que operan en el sector de la producción, transporte y exportación y el Estado Nacional.

Con rendimientos crecientes generalizados, se tiene el siguiente diagrama:



donde:

p = precio de las computadoras en términos de la soja (término de intercambio;

g = tasa de crecimiento de cada sector, (g I = sector manufacturero); (g A = sector agricultura);

k = costo laboral unitario mínimo en el sector manufacturero;

l = costo mínimo de producción del sector agricultura.

p* = precios relativos de equilibrio.

g* = tasa de crecimiento de equilibrio del agro y de la industria.

- La *interdependencia* (complementariedad) entre la tasa de crecimiento del sector agricultura gA (curva creciente bajo rendimientos crecientes) y la tasa de crecimiento del sector manufacturero gI (curva creciente bajo rendimientos crecientes) alcanza diversos puntos de equilibrio.
- Los *rendimientos crecientes* en ambos sectores se realimentan positivamente, vía demanda. Ello expande la acumulación del capital y la producción sustentable de bienes. En consecuencia el crecimiento es endógeno. Los límites de esta expansión son la elasticidad precio de los respectivos bienes (el bien agrícola mejora la elasticidad precio, vía industrialización) y las rigideces interindustriales asociadas a los encerramientos tecnológicos en ambos sectores. Los diferentes equilibrios alcanzados resultan de los factores de freno señalados.
- La *relación de intercambio* en los mercados imperfectos que se generan, es no lineal. A menor precio del bien industrial, con tasa de ahorro dada, es más rápido el crecimiento en la agricultura. Con rendimientos crecientes en la agricultura, la mayor inversión incrementa su productividad y en consecuencia se desplaza hacia afuera la curva gA. Si el precio del bien

industrial es infinitamente alto, la producción del sector agricultura declina hasta arribar al consumo de subsistencia del sector.

- La *relación de intercambio* no lineal en la industria es positiva y favorece su crecimiento. A menor precio de los alimentos, se destina más ingreso a la inversión. En un extremo, si el precio de la soja es infinitamente alto, toda la producción manufacturera se reinvierte. En el otro extremo, la actividad no es rentable, dado que el precio iguala al costo salarial. Todas las computadoras se destinan al pago de alimentos. Si el precio es un porcentaje fijo del costo laboral unitario, la curva gI se desplaza ante cambios en el salario real y en la productividad laboral. A mayor productividad laboral gI se desplaza hacia afuera. Si el salario supera al crecimiento de la productividad laboral produce el efecto contrario; y la curva gI se desplaza hacia adentro.

- Si el crecimiento en el sector agricultura es elevado, con precios mínimos, y la industria lo absorbe parcialmente, se registra un balance en el que disminuyen precios y cantidades.

  En procesos de desindustrialización, la curva gI se aplana y se cruza con la gA siendo mínima la producción de equilibrio. En este contexto la desocupación es creciente.

- El *equilibrio* (p*,g*) entre la oferta y demanda sectorial determina el balance intersectorial. El crecimiento es continuo, si se emparejan ambos tipos de demanda. Si las relaciones de intercambio no trabajan correctamente, se generan desbalances entre el sector agricultura y el sector manufacturero. El desequilibrio en procesos de des-industrialización conduce al estancamiento con inflación. El desequilibrio se traduce en exceso de alimentos y elevado desempleo y se profundiza por la acción de otros factores, en particular las erróneas políticas económicas.

Establecer las condiciones para alcanzar un balance intersectorial obliga a la profundización de las investigaciones sobre rendimientos crecientes generalizados en el modelo sectorial básico (agricultura-manufactura). A partir de la expansión dinámica de este núcleo, se podrá alcanzar una inserción internacional donde dejen de tener gravitación las relaciones asimétricas sostenidas por la permanencia de la dualidad subdesarrollo-desarrollo. En efecto, la persistencia de las relaciones centro-periferia que perpetúan el desbalance sectorial básico, es realimentada por las políticas económicas que en lugar de atacar el problema estructural, se centra en el análisis del corto plazo, a lo que se suman torpes visiones sectoriales. Así, la convicción de que el desarrollo manufacturero es esencial para salir del atraso, no implica sacrificar el desarrollo del sector agricultura, del que se extraen recursos para desarrollar la industria. La evolución de la industria basada en medidas de protección, sin la contrapartida del compromiso empresarial de mejorar tecnologicamente el sector, conspira contra el desarrollo. Si esto ocurre además en un contexto donde persisten débiles relaciones interindustriales y predomina la producción de commodities, se tendrá un bajo nivel competitividad. El enfoque opuesto supone que el desarrollo unilateral del sector agricultura es la solución para el desarrollo. Este enfoque es erróneo por la baja o nula capacidad para crear empleo. Ambos errores de política

económica han sido soportados por la sociedad argentina.

3.3. MODELIZACIÓN DEL PROCESO CIRCULAR DE LA ECONOMÍA CON BASE EN SU EVOLUCIÓN HISTÓRICA

La modelización de la economía, desde la perspectiva evolucionista, cuestiona la utilización de los modelos circulares. Entre sus límites, se señala:

* la *naturaleza estática* de los modelos circulares. La dinamización de los mismos queda encerrada en el tiempo lógico, que se independiza del tiempo histórico, real.
* la *estructura lineal* de los modelos circulares representa un mundo que es predominantemente no lineal.
* El *recorrido* desde un punto de equilibrio a otro, no permite representar los cambios estructurales. Ello se agudiza, si el sistema avanza desde un equilibro inicial, bajo el supuesto de estado estable.
* El *equilibrio* alcanzado en los modelos circulares implica la existencia de una solución única y estable. En la teoría de la auto-organización, utilizada en la modelización evolucionista, el equilibrio que se alcanza es provisorio, dada las fuerzas que desequilibran el sistema ante cambios estructurales. En este enfoque el equilibrio es puntuado[19] (se alcanza en períodos de estabilidad, el que es alterado por cambios estructurales).
* La capacidad de *predicción* de los modelos circulares, lineales, es baja debido a la inestabilidad (turbulencia) económica que no captan. Se cuestionan los pronósticos sobre la evolución futura de la economía. En el corto plazo los mismos son descalificados, conclusión fuerte de la dinámica no lineal.

En relación con la predicción económica, es necesario puntualizar ciertos aspectos:

- Los *pronósticos* de corto plazo llevados a cabo con modelos lineales son considerados útiles por partidarios de los modelos no lineales caóticos[20]. Ello se hace evidente para ciertos períodos de tiempo en el que no se registran cambios bruscos.
- Los *períodos de evolución* del sistema económico que no registran innovaciones radicales, mantienen un sendero de crecimiento regular, armónico. Los pronósticos de modelos estructurales y reducidos son satisfactorios al registrar un significativo ajuste a la realidad. Ello ocurre cuando los cambios dominantes surgen de pequeños ajustes originados por las innovaciones incrementales. Durante el período 1950-1973, la economía de los países desarrollados crece a un ritmo sostenido en sus principales indicadores. Este crecimiento sólo contiene deslizamientos suaves en los parámetros más relevantes. Los desvíos de predicción son

[19] MOKYR, Joel, *Punctuated equilibria and technological progress,* AEA Papers and Proceedings, Vol. 80, Nº2, May 1990, 350-354.

[20] BULLARD, James y BUTLER, Alison, *Nonlinearity and chaos in economics models: implications for policy decisions.,* The Economic Journal, 1993, 849-867.

controlables[21]. Los modelos estructurales satisfacen las expectativas sobre la evolución futura de la economía. Esto no ocurre al incorporarse en el tiempo un fuerte cambio estructural con propiedades emergentes, lo que obliga a reconocer las causas que originan los cambios y hacia dónde se dirigen. Con fuertes cambios, cobran más relevancia los problemas de coordinación económica, la organización y el conocimiento, contribuciones de Marshall, puntualizadas por Foster[22]. En este contexto, la *máxima entropía se asocia a la mínima información;* entropía que se redefine para ser aplicada a los procesos sendero-dependiente, donde la historia real importa y en la que domina la irreversibilidad temporal. En cuanto a la *información histórica* sobre la estructura económica dominante, la misma anticipa la presencia de cambios, y por ende reduce la dimensión de los conflictos. El uso de datos históricos captura los procesos entrópicos desatados en forma estadística, y ello permite evaluar la evolución probable de la estructura. Foster señala que en el nivel micro (fuente de creatividad, de cambios) y macro (efectos de discontinuidad en el sistema), es difícil anticipar los cambios. En el meso nivel en cambio sí se pueden apreciar cómo los cambios organizacionales alteran la realidad.

La descripción precedente cuestiona los modelos circulares y la estructura lineal que los contiene.

Con relación a los *modelos circulares,* su vigencia está dada por la capacidad de replicar en un momento en el tiempo, el funcionamiento del sistema productivo-social. A lo largo del tiempo, el modelo circular se *repite.* Su eficacia mejora si incorpora los cambios estructurales. En efecto, en otro momento del tiempo surgirán nuevas actividades, alteraciones en los parámetros que resultan del cambio estructural. Éste es un problema de información originado por la no producción continua de la misma y con mayor cobertura conforme se desarrollan nuevos bienes y actividades. En consecuencia, este tipo de modelos se adapta, con la apropiada información, para registrar los cambios del sistema económico real.

En relación con la linealidad de los modelos circulares, la exclusión de la no linealidad es objeto de severas críticas[23]. En consecuencia los aportes teóricos que transforman sistemas no lineales en lineales son relevantes.

3.3.1. Contribuciones a la Teoría Lineal

Los problemas de no linealidad, en particular los referidos a las funciones de producción con rendimientos crecientes (determinan regiones no convexas y costos medios decrecientes) generan controversias. Una de ellas se refiere a la existencia y optimalidad de las soluciones de equilibrio. La otra se refiere al rol jugado por el mecanismo de los precios en mercados que devienen

[21] FAIR, Ray C., *An analysis of the accuracy of four macroeconomic models*, Journal of Political Economy, Vol. 87, Nº4, 1979, 701-718.

[22] FOSTER, John, *The self-organization approach in Economics*, en BURLEY, Peter y FOSTER, John (Eds.), *Economics and thermodynamics. New perspectives on economic analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London., 1994, 182-201.

[23] HICKS, John, *La teoría lineal*, en *Panoramas contemporáneos de la teoría económica*, Alianza Ed., Vol III, 1970, 122-173

imperfectos por la presencia de rendimientos crecientes.

Una contribución esencial es la de Olivera[24]. El autor parte de una *hipótesis estructural* que afirma la correspondencia biunívoca entre procesos y estructura económica. La estructura se construye con un sistema de ecuaciones algebraicas. Estos sistemas poseen al menos una raíz real. En el caso de que dos o más sistemas de ecuaciones representen la misma estructura, deben admitir las mismas raíces reales y estar sujetos al cambio de estructura. La hipótesis estructural se prueba en el ámbito de los ideales de polinomios maximales (éstos poseen una sola raíz e incluyen todos los polinomios que se anulan en el mismo). Lo mismo se prueba para sistema de ecuaciones no lineales siempre que pertenezcan a una clase: las que son reductibles a la forma lineal.

Un *teorema* sintetiza los resultados:

- la hipótesis estructural es válida;
- toda estructura económica admite representación lineal;
- toda representación no lineal de una estructura económica es linealizable;
- casi toda representación de una estructura económica es lineal.

3.3.2. Rendimientos Crecientes en un Sistema Lineal

Los resultados obtenidos por Olivera son aplicables a un instrumento de *medición macrocontable* (la Tabla de Insumo-Producto) que mediante una hipótesis contable de proporcionalidad, se transforma en el *modelo lineal* de Insumo-Producto.

Sobre la base del trabajo antes citado se propone la siguiente *hipótesis:*

✶ *el modelo lineal de insumo-producto contiene no linealidades (rendimientos crecientes)*

El modelo de insumo-producto elaborado por Leontief[25] establece la siguiente relación básica en notación matricial:

$$X_i = (I-A)^{-1} D_i \qquad (1)$$

donde:

X_i = vector columna (nx1) de producción bruta sectorial (i = 1, 2, 3, ..., n);

[24] OLIVERA, Julio H. G., *Economía estructural y sistemas lineales*, XII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política, Universidad Nacional de la Pampa, 1977, 80-89.

[25] LEONTIEF, *Wassily, Studies on the structure of the american economy*, Oxford University Press, 1953.

$(I-A)^{-1}$ = matriz inversa (nxn) que contiene los impactos directos e indirectos que ocurren en el sistema productivo ante cambios en el vector de demanda final;

I = matriz identidad (nxn);

A = matriz (nxn) de coeficientes técnico-económicos;

D_i = vector columna (nx1) de demanda final;

El sistema de ecuaciones algebraicas contenidas en la ecuación 1 es lineal. Cada uno de los coeficientes α_{ij} (i = 1, 2, 3, ..., n), (j = 1, 2, 3, ..., n) se determina bajo el supuesto de proporcionalidad contable (relación de cada uno de los flujos de insumos reales con la producción bruta sectorial). El nivel de los coeficientes α_{ij} depende de:

- el estado de la tecnología,
- el sistema de precios sectoriales;
- el nivel de actividad económica;
- la agregación de productos compuestos;
- el supuesto de rendimientos constantes;
- factores aleatorios;

El modelo de insumo-producto no tiene en cuenta el principio de sustitución; sí muestra en plenitud la aplicación del principio de complementariedad. Con coeficientes α_{ij} derivados de una economía con mercados perfectos, rendimientos constantes e igualación de costos e ingresos, los precios y el nivel de actividad no inciden sobre el sistema económico. En este caso, los coeficientes son de naturaleza tecnológica. Con rendimientos crecientes y mercados imperfectos, los precios inciden en el nivel de los coeficientes. En consecuencia, el análisis de los coeficientes α_{ij} se centra en el cambio tecnológico, portador de cambios estructurales que se producen a los largo del tiempo y en los rendimientos crecientes y mercados imperfectos[26].

La determinación de las magnitudes en la tabla de insumo-producto, también son alterados a lo largo del tiempo por el *surgimiento* de actividades portadoras de propiedades nuevas, de nuevos productos que se derraman al sistema preexistente; ello ocurre en la actualidad con la inserción de las industrias de tecnología avanzada. Simon[27] describe los cambios que se producen en la oferta sectorial de bienes, en los ingresos y en la composición de la demanda final, a través de un sistema que incorpora nuevos sectores. Estos cambios cuando se derraman plenamente al sistema económico, generan una relación proporcional más adecuada entre los sectores, vía los eslabonamientos y complementariedades que surgen del nuevo bloque de actividades.

---

[26] VACCARA, Beatrice, *Changes over time in Input-output coefficients for the United States*, en CARTER, A. y BRODY, A., *Contributions to Input-Output analysis*, North Holland Publishing Company, 1970, 238-260.

[27] SIMON, Herbert A., *Effects of technological change in the Leontief model*, in KOOPMANS, T.C., *Activity analysis of production and allocation*, John Wiley, 1951.

Un aspecto crítico que la literatura especializada cuestiona al modelo de insumo-producto es que se restringe a los *rendimientos constantes*.

Demostraremos que el modelo de insumo producto contiene relaciones no lineales, originado en rendimientos decrecientes o crecientes, a partir de un trabajo de Klein[28] que relaciona una función de producción convencional, la función de costos contable que describe los costos de producción en términos monetarios y los coeficientes del modelo de insumo-producto. Una función de producción convencional (cada actividad se representa con dos variables: una, comprende el conjunto de los insumos intermedios, y la otra los recursos primarios) facilita la comparación con el modelo de insumo-producto que contiene precisamente un conjunto de insumos intermedios y los recursos primarios (valor agregado) que se emplean en la producción. La función de producción se expresa en términos de producción bruta, siendo el coeficiente $\alpha_{ij,}$ la razón entre la producción bruta sectorial con respecto al conjunto de insumos y el coeficiente β_{0j}, la razón entre la producción bruta sectorial con respecto a los recursos primarios.

Con rendimientos constantes:

$$\alpha_{ij} + \beta_{0j} = 1 \qquad (2)$$

Estos coeficientes se determinan con base en la razón: precios multiplicados por los flujos de insumos y de recursos primarios, *dividido* por los respectivos precios sectoriales de la producción bruta y de los recursos primarios que se multiplican por la producción bruta sectorial en cantidades físicas. Estos coeficientes son equivalentes a los coeficientes en términos monetarios, a_{ij} y b_{0j} (coeficiente que resulta de la razón: valor agregado sectorial/producción bruta sectorial) del modelo de insumo-producto. En consecuencia:

$$\alpha_{ij} = a_{ij} \qquad (3)$$

$$\beta_{0j} = b_{0j} \qquad (4)$$

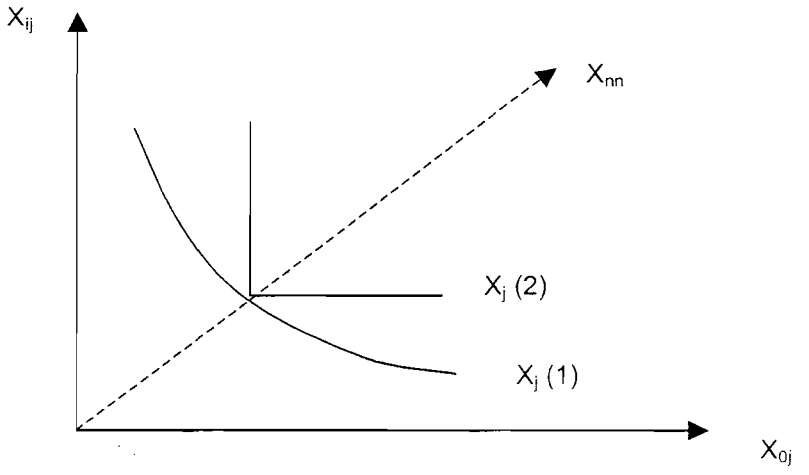
También:

$$\alpha_{ij} (1 / a_{ij}) = 1 \qquad (5)$$

$$\beta_{0j} (1 - b_{0j}) = 1 \qquad (6)$$

[28] KLEIN, Lawrence R., *On the interpretation of professor 'Leontief's system'*, The Review of Economies Studies, Vol. XX, 1952, 131-136.

El diagrama muestra la igualdad entre los coeficientes.



donde:

X_{ij} = insumos intermedios del modelo de insumo-producto;

X_{0j} = recursos primarios utilizados en el modelo de insumo-producto;

X_{nn} = sendero de expansión igual para ambas funciones de producción; es decir, $X_{ij} = (a_{ij} / b_{0j}) X_{0j}$.

X_j (1) = isocuanta de la función de producción convencional;

X_j (2) = isocuanta de la función de producción, tipo Leontief, rectangular (no admite sustitución);

Ambas isocuantas se interceptan en la solución de equilibrio; sus coeficientes son iguales. Con rendimientos crecientes e imperfecciones de mercado, los precios son afectados por los coeficientes de elasticidad de demanda (η) y los coeficientes de elasticidad de oferta con respecto a los insumos (ε_{ij}), y a los recursos primarios (ε_{0j}) respectivamente. En este caso, los precios en mercados imperfectos para la producción bruta sectorial (P^*), consumo intermedio (P^*_{ij}) y recursos primarios (w^*_{0j}), respecto a los respectivos precios en competencia perfecta (P), (P_{ij}), (w_{0j}), los siguientes:

$$P^*_j = P_j (1 - (1/\eta_j)) \quad (7)$$

$$P^*_{ij} = P_{ij} (1 - (1/\varepsilon_{ij})) \quad (8)$$

$$w^*_{0j} = w_{0j} (i - (1/\varepsilon_{0j})) \quad (9)$$

En este caso, los coeficientes del modelo de insumo-producto, expresan el estado de la tecnología, la presencia de rendimientos crecientes y las imperfecciones de mercado.

La equivalencia entre la función de producción convencional, no lineal, y la de tipo Leontief, se cumple bajo el supuesto de rendimientos constantes. Ello no implica que los rendimientos crecientes o decrecientes se eliminan en el modelo de insumo-producto.

Se propone la siguiente *transformación lineal:*

- Si la matriz $\Lambda = (\alpha_{ij};\ i = 1, 2, 3, ..., n;\ j = 1, 2, 3, ..., n)$, correspondiente a la función de producción no lineal, y la matriz $A = (a_{ij};\ i = 1, 2, 3, ..., n;\ j = 1, 2, 3, ..., n)$, correspondiente a la función de producción lineal, entonces:
  - *existe un factor de corrección*, tal que: $\theta\ (\Lambda) \rightarrow A$.

- Si el vector fila $\text{Б} = (\beta_{0j};\ j = 1, 2, 3, ..., n)$, correspondiente a la función de producción no lineal, y el vector fila $B = (b_{0j};\ j = 1, 2, 3, ..., n)$ correspondiente a la función de producción lineal, entonces:
  - *existe un factor de corrección*, tal que: $\theta\ (\text{Б}) \rightarrow B$.

Se parte para la demostración de la ecuación de maximización de los beneficios (π_j) con precios que registran las imperfecciones del mercado (se indican con asteriscos):

$$\text{Max. } \pi^*_j = P^*_j X_j - P^*_{ij} X_{ij} - w^*_{0j} X_{0j} \qquad (10)$$

Si los coeficientes de la función de producción no lineal: $(\alpha^*_{ij} + \beta^*_{0j}) >< 1$, las igualdades en las ecuaciones (3) y (4) no se cumplen.

En general, la igualdad de los coeficientes de los dos sistemas (ecuaciones (5) y (6)) se preserva si se expresan en términos de los respectivos factores de corrección:

$$\alpha^*_{ij}\ (1/a_{ij}) = \theta_{ij} \qquad (11)$$

$$\beta^*_{0j}\ (1/a_{ij}) = \theta_{0j} \qquad (12)$$

Si $(\theta_{ij} = 1;\ \theta_{0j} = 1)$, las funciones de producción de ambos sistemas son de rendimientos *constantes de escala.*

Si $(\theta_{ij} >< 1;\ \theta_{0j} >< 1)$, las funciones de producción de ambos sistemas son de *rendimientos crecientes o decrecientes.*

De las ecuaciones (11) y (12) se tiene:

$$a_{ij} = \alpha^*_{ij} / \theta_{ij} \qquad (13)$$

$$b_{0j} = \beta^*_{0j} / \theta_{0j} \qquad (14)$$

En forma matricial, la matriz Λ es equivalente a la matriz A, en tanto el vector fila Ξ es equivalente al vector fila B.

$$\Lambda = \begin{vmatrix} \alpha^*_{11}/\theta_{11} & \alpha^*_{12}/\theta_{12} \ldots\ldots \alpha^*_{1n}/\theta_{1n} \\ \alpha^*_{21}/\theta_{21} & \alpha^*_{22}/\theta_{22} \ldots\ldots \alpha^*_{2n}/\theta_{2n} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \alpha^*_{n1}/\theta_{n1} & \alpha^*_{n2}/\theta_{n2} \ldots\ldots \alpha^*_{nn}/\theta_{nn} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \ldots\ldots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \ldots\ldots a_{2n} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{n1} & a_{n2} \ldots\ldots a_{nn} \end{vmatrix} = A$$

$$\Xi = \begin{vmatrix} \beta^*_{01}/\theta_{01} & \beta^*_{02}/\theta_{02} \ldots\ldots \beta^*_{0n}/\theta_{0n} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} b_{01} & b_{02} \ldots\ldots b_{0n} \end{vmatrix} = B$$

Los factores de corrección producen una transformación lineal completa, preservando las propiedades del sistema transformado.

Con respecto a las propiedades del sistema transformado se evalúa a través de la *transformación lineal diferenciable* en el mismo conjunto perteneciente a una región abierta. A tal fin se utiliza la función Jacobiana que se define para la región abierta. Si el Jacobiano (determinante de las derivadas primeras de las funciones de un sistema de ecuaciones, evaluadas en un punto) es diferente de cero, la transformación es uno-a-uno. Existe solución y la función tiene inversa. Cuando no se cumple se estudian soluciones más acotadas. La solución puede existir para un entorno del punto que se evalúa. En este caso la transformación es local. Gale y Nikaido[29] generalizan los resultados sobre univalencia local en términos de condiciones que garantizan la misma. Se parte de la propiedad de positividad de las sub-matrices menores de una matriz como condición de transformación univalente global en una región rectangular. Estas matrices se denominan P matriz, y una de ellas, por la positividad de los menores principales es la matriz de Leontief.

En la ecuación matricial de Leontief:

$$X = AX + D \qquad (15)$$

[29] GALE, D. y NIKAIDO, H., *The Jacobian matrix and the global univalence of mappings*, en NEWMANN, Peter (ed.), *Readings in mathematical economics*, John Hopkins Press, Baltimore, Vol. I, 1968, 68-80.

El Jacobiano es:

$$J = \partial (X_j) / \partial (X_{ij}) \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \ldots\ldots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \ldots\ldots a_{2n} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{n1} & a_{n2} \ldots\ldots a_{nn} \end{vmatrix} > 0 \qquad (16)$$

La *transformación diferenciable* es una matriz Jacobiana tipo Leontief. La transformación es univalente y tiene inversa por la positividad de los menores principales.

La *transformación diferenciable* para las funciones de producción no lineales, el jacobiano debe ser del tipo P matriz. Sin embargo, a fin de mantenerse en la región convexa que garantiza para los menores principales valores positivos, deben dejarse de lado las ecuaciones con rendimientos crecientes. Ello no ocurre si a las funciones de producción se aplican los coeficientes de corrección que aseguran que el Jacobiano de la transformación no lineal sea de tipo P matriz, con sus menores principales positivos:

$$J = \partial (\ln X_i) / \partial (\ln X_{ij}) \begin{vmatrix} \alpha^*_{11}/\theta_{11} & \alpha^*_{21}/\theta_{21} \ldots\ldots \alpha^*_{n1}/\theta_{n1} \\ \alpha^*_{12}/\theta_{12} & \alpha^*_{22}/\theta_{22} \ldots\ldots \alpha^*_{n2}/\theta_{n2} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \alpha^*_{1n}/\theta_{1n} & \alpha^*_{2n}/\theta_{2n} \ldots\ldots \alpha^*_{nn}/\theta_{nn} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \ldots\ldots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \ldots\ldots a_{2n} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{n1} & a_{n2} \ldots\ldots a_{nn} \end{vmatrix} > 0$$

Además, como la matriz A se expresa como serie de potencia:

$$(I - A) (I + A + A^2 + A^3 + \ldots + A^n) = I - A^{n+1} \qquad (17)$$

Con $n \rightarrow \infty$; $A \rightarrow 0$; en consecuencia:

$$(I + A + A^2 + A^3 + \ldots + A^n) = (I - A)^{-1} \qquad (18)$$

La serie de potencia se utiliza para definir un polinomio con respecto a la matriz A:

$$P (A) = A^{n2} + b_{n2-1} A^{n2-1} + \ldots + b_1 A + b_0 \qquad (19)$$

A, pertenece a un espacio vectorial E, de dimensión n(2) y los coeficientes pertenecen al cuerpo K, de números reales. Se demuestra que el polinomio P (A) en el cuerpo de los números reales es un ideal de polinomio, en línea con lo demostrado por Olivera en el trabajo antes citado.

Desde otro punto de vista, el *análisis de los multiplicadores* de oferta en el modelo de insumo-producto permite apreciar los efectos que desatan los rendimientos crecientes.

En primer término, la presencia de rendimientos crecientes hace descender el nivel de los coeficientes a_{ij} en el modelo de insumo producto. Es decir los coeficientes de las funciones de producción a_{ij} y b_{0j} no son indiferentes a los efectos que desatan los rendimientos crecientes.

En segundo término, lo anterior se expresa a través de los multiplicadores. En un sistema de insumo-producto de dos sectores, se tienen ocho multiplicadores que expresan los efectos directos e indirectos de los rendimientos.

En este caso se tiene:

$$\partial X_i / \partial a_{ij} = (\lambda_{ij} / \Delta) X_j \qquad (20)$$

donde:

X_i = producción bruta del sector i usada como insumo por el sector j, en valores monetarios;

a_{ij} = coeficientes directos, técnico-económicos;

λ_{ij} = coeficientes técnico-económicos de la matriz $(I - A)^{-1}$ que reflejan en cada caso los impactos directos e indirectos;

Δ = determinante de la matriz $(I - A)^{-1}$, positiva (satisface las condiciones de Hawkins-Simon sobre la reproducción del sistema económico);

X_j = producción bruta sectorial del sector j; también son insumos para el sector i.

La reducción de los coeficientes a_{ij} por efecto de los rendimientos crecientes determina una demanda menor de insumos. Esto se reflejará en el multiplicador (λ_{ij} / Δ) que se reducirá por efecto de los rendimientos crecientes. Con ello se acrecentará el valor agregado sectorial.

Con relación a las dos sistemas de ecuaciones analizados se demuestra:

- La transformación del sistema no lineal en lineal a través de los coeficientes de corrección θ permite mostrar la existencia de rendimientos crecientes y decrecientes en la tabla de insumo-producto.
- Con relación al teorema estructural se tiene:

- Los sistema no lineal y lineal representan la misma estructura.
- El sistema no lineal es reducible a la forma lineal.
- La matriz A es regular. Ambos sistemas son linealmente independientes: representan una estructura económica lineal.

La propiedades del modelo de insumo-producto que hacen a la reproducción positiva del sistema económico se extienden al caso de

rendimientos crecientes. .

3.3.3. Evolución Temporal del Modelo Circular

El cambio de los coeficientes técnico-económicos a los largo del tiempo permite aprovechar la representación *sistémica* del modelo circular de insumo-producto con sus propiedades que aseguran el carácter reproductivo de la economía, en un contexto de rendimientos crecientes y mercados imperfectos. La disposición de información temporal asegura, entonces la determinación de un sendero de crecimiento sectorial que habilita para el análisis, aunque limitado, del cambio estructural. Si bien no se identifican plenamente las causas del cambio tecnológico, se conocerá la dirección y grado de variabilidad del mismo.

Entre las numerosas contribuciones sobre cambios en los coeficientes a lo largo del tiempo, se señala la de Miernyk[30] que utiliza el criterio de *best practice* para determinar la evolución futura de los coeficientes del modelo de insumo-producto. Esta modificación en los coeficientes refleja la incorporación de nueva tecnología en cada función de producción sectorial. A tal fin el autor compara una muestra de establecimientos en el año base con una sub-muestra de los mismos que aplican la mejor tecnología. Ambos resultados permiten evaluar los cambios estructurales incorporados al sistema económico.

Un método muy utilizado para actualizar tablas de insumo-producto y por ende conocer sus cambios es el RAS o método de biproporcionalidad. El origen del método, su versión modificada y su aplicación en la Argentina se explicita en un trabajo sobre desarrollo sustentable[31]. Se dispone de información computada que sería comparable con la información actual si ésta estuviese disponible. Se conocerían los cambios en los coeficientes, los que pueden obedecer a sustitución de insumos, nuevos insumos que elevan la productividad del sistema económico o su declinación por efectos económicos, políticos y sociales.

Un test que permite evaluar el grado y dirección de los cambios en los coeficientes se desarrolla a partir de la *teoría de la información*, en especial el concepto de information inacuracy of decomposition forecast desarrollado por Theil[32]. La información comparada es la razón entre los coeficientes actuales y los computados usando el RAS, o la razón entre los coeficientes actuales de un año respecto del precedente, si se dispone de información.

- Se define un sistema de *n eventos*, E_1, E_2, E_3, ..., E_n, donde la probabilidad de que uno de ellos ocurra es:

[30] MIERNYK, William, *Sampling techniques in making regional forecasts,* en CARTER, Anne y BRODY, Andras, *Contributions to input-output analysis*, North Holland Publishing Company, 1970, 305-332.

[31] HERNÁNDEZ, Ruby Daniel, *Desarrollo sustentable. Evaluación de la variable tecnología en los proyectos de inversión*, Ediciones Macchi - Grupo Banco de la Provincia de Buenos Aires, 1995, 144-147.

[32] THEIL, Henry, *Economics and information theory*, North Holland Publishing Company, 1967, 24-43.

$p_1, p_2, p_3, \ldots, p_n$

Entonces, la información contenida en un *mensaje* establece que ciertos eventos han ocurrido. La forma en que se interpreta y opera esta información se realiza a través de la *teoría de la información* que es una rama de la teoría de la probabilidad y de la estadística. La información cuantitativa contenida en el mensaje es:

$$H(p) = \sum_{i=1}^{n} h(p_i) = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i \qquad (21)$$

que establece que el contenido de la *información esperada* antes de que el mensaje fuera recibido es el *valor negativo* de la expectativa de los logaritmos de cada probabilidad correspondiente a cada evento.

El concepto de *información esperada* se concentra en los mensajes directos, en tanto que en Economía importan los mensajes directos e indirectos. A tal efecto, con *n eventos*, las probabilidades p_i, ante la llegada de mensajes se transforma en probabilidades a priori: $q_1, q_2, q_3, \ldots, q_n$.

Ahora la información esperada de los dos tipos de mensajes es:

$$H(q : p) = \sum_{i=1}^{n} q_i \log {}^{q_i}\!/_{p_i} = \sum_{i=1}^{n} q_i \log {}^{1}\!/_{p_i} - \sum_{i=1}^{n} q_i \log {}^{1}\!/_{q_i} \qquad (22)$$

donde el primer término de la derecha es la *información esperada* antes de que el mensaje arribe, ponderado por q_i, y el segundo término es la *información esperada* después que el mensaje fue recibido, ponderado por q_i. La información esperada del mensaje indirecto reduce la incertidumbre que causa el mensaje.

En el caso de la tabla de insumo-producto se utiliza este procedimiento para evaluar los cambios en los coeficientes. En consecuencia se tiene:

$$Hijt\theta = \sum_{i=1}^{n} a_{ij(t+\theta)} \log \frac{a_{ij(t+\theta)}}{a_{ij(t)}} \qquad (23)$$

donde cada $a_{ij(t)}$ representa la probabilidad a priori y las $a_{ij(t+\theta)}$, realizaciones o mensajes indirectos (de qué forma el conjunto de insumos disponibles es distribuido en el sector de producción j).

- La unidad de medida de la información esperada está dada por la base de los logaritmos. Se llama *nits* cuando la base se expresa en logaritmos naturales y bits cuando la base es dos.
- Dado que la información es un concepto aditivo y los valores de los bits

varían año a año, se computa una media de la inseguridad de información:

$$H^* = {}^{1}\!/_{N} \sum_{i=1}^{n} \sum_{i} a_{ij(t+\theta)n} \log \frac{a_{ij(t+\theta)n}}{a_{ij(t)n}} \qquad (24)$$

- $a_{ij(t+\theta)n}$ es una de las *m realizaciones* de las *n* observaciones.
- $a_{ij(t)n}$ es la observación computada o precedente observada.
- N es el número de observaciones.

Los valores de cada Hijtθ se computan en bits. Lo mismo para H*. Con estos datos se resume la *media de la inseguridad de información* (cambio en los coeficientes) para cada sector productivo j correspondiente a los años analizados. La comparación de las matrices proporciona información sobre la sub-estimación o sobre-estimación de los coeficientes y el grado de cambio porcentual de los mismos. A partir de esta información se pueden seleccionar sectores a fin de conocer la intensidad de los cambios y la difusión de los mismos a otros sectores básicos de la economía.

Las propuestas señaladas más arriba han sido posibles por la presencia de las industrias de tecnología avanzada que han inducido cambios en la estructura real de la economía y su reflexión teórica. En ello juegan un rol central los rendimientos crecientes en la producción y los mercados imperfectos de bienes.

BIBLIOGRAFÍA

ABRAMOVITZ, M., *Catching-up, forging ahead, and falling behind*, Journal of Economic History, June 1986.

ADDISON, J., *The World Bank RMSM*, World Bank, WPS 231, May 1989.

ADELMAN, Irma, *Theories of economic growth and development*, Stanford University Press, Stanford, California, 1961.

ADELMAN, Irma y THORBEKE, E., *The theory and design of economic development*, The John Hopkins Press, Baltimore, 1986.

AGHION, Philippe y HOWITT, Peter, *A model of growth through creative destruction,* Econometrica, Vol. 60, N°2, March 1992.

AGLIETTA, Michel, *Regulación y crisis del capitalismo*, Siglo XXI editores, Madrid, 1986.

ALCHIAN, A., *Reliability of progress curve in airframe production*, Econometrica, Vol. 31, October 1963.

AMÉNDOLA, Mario, *Productive transformations and economic theory*, Quaterly Review, Banca Nazionale del Lavoro, 1984.

AMÉNDOLA, Mario y GAFFARD, Jean L.,

- *Technology as an environment: a suggested interpretation*, Économie Appliqué, Vol. XXXIX, N°3, 1986.
- *Innovation and growth: the relationships between short-term and long-term in the processes of economic changes*; en CORICELLI, Fabricio; DI MATEO, Massimo y HAHN, Frank (eds.), *New theories in growth and development*, St. Martin Press, Inc., 1998.

ANAND, Ritu y van WIJNBERGEN, S., *Inflation, external debt and financial sector reform: a quantitative approach to consistent fiscal policy with an application to Turkey*, NBER, Working Paper, N°2731, October 1988.

ANDERSON, Torben y MOENE, Karl O. (eds.), *Endogenous growth*, Blackwell Oxford UK & Cambridge, USA, 1993.

ANTONELLI, Cristiano,

- *Induced adoption and externalities in the regional diffusion of information technology,* Regional Studies, Vol. 24, 1, 1992.
- *The evolution of the industrial organization of the production of knowledge*, Cambridge Journal of Economics, Vol. 23, 1999.

ARCHIBUGI, Franco; DELORS, Jacques y HOLLAND Stuart; *El poder mesoeconómico*, en HOLLAND, Stuart (ed.), *La superación de la planificación capitalista*, Oikos-tau S.A., Editores, Barcelona, 1982.

ARNDT, H. W,

- *Market failure and underdevelopment*, World Development, Vol. 16, N°2, 1988.
- *Desarrollo económico*, Editorial Rei Argentina, 1992.

ARROW, Kenneth, *The economic implications of learning by doing*, Review of Economic Studies, June, 1962.

ARTHUR, Brian,

- *Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events*, The Economic Journal, Vol. 99, N°394, 1989.
- *Increasing returns and path dependence en the economy*, The Michigan University Press, 1994.

ARTHUR, Brian W.; DURLAUF, Steven y LANE, David A.; (Ed.), *The economic as an evolving complex system II*, Perseus Books, 1997.

AYRES, Clarence E., *Institutional economics: discussion*, American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol. 47, 1957.

BAARK, Erik, *The accumulation of technology: capital goods production in developing countries revisited*, World Development, Vol.19, N°7, 1991.

BACHA, Edmar, *Un modelo de tres brechas de las transferencias externas y la tasa de crecimiento del PBI en países en desarrollo*, Trimestre Económico, 1990.

Banco de Datos del Comercio Exterior Argentino: 1986-1999, *Programa de Desarrollo Regional-Nacional para la República Argentina*, 2001.

BANCO MUNDIAL,

- *Mimeo*, 1991.
- *Informe sobre desarrollo humano*, 1997.

BARDHAN, Pranab, *The new institutional economics and development theory: a brief critical assessment*, World Development, Vol. 17, N°1, 1989.

BARNUM, Susan, *Biotechnology. An introduction*, Wadsworth Publishing Company, Canada, 1998.

BARRO, Robert J. y SALA-MARTIN, Xavier, *Convergence across states and regions*, Brookings Papers on Economic Activity, 1, 1991.

BAUMOL, William, *Macroeconomic of unbalanced growth. The anatomy of urban crisis*, American Economic Review, N°57, 1967.

BERNSTEIN, J., *Cost of production, intra-and inter-industry R&D spillovers: Canadian evidence*, Revue Canadienne d´Économie, N°21, 1988.

BILSTEIN, Roger E., *The enterprises of flight. The american aviation in aerospace industry*, Smitshonian Institution Press, Washington and London, 2001.

BLANCHARD, Olivier, *Macroeconomía*, Prentice Hall, 1994.

BOUDEVILLE, Jacques R., *Aménagement du territoire et polarisation*, Editions Genin, Paris, 1972.

BOYER, Robert, *Los orígenes de la teoría de la regulación*, en BOYER, Robert y SAILLARD, Yves (editores), *Teoría de la regulación: estado de los conocimientos*, Vol. II, Asociación Trabajo y Sociedad, Universidad de Buenos Aires, Diciembre de 1996.

BOYER, Robert y PETIT, Pascal, *Progrès technique, croissance et emploi. Un modèle d'inspiration kaldorienne pour six industries européennes*, N°93, CEPREMAP, París, 1981.

BOYER, Robert y SAILLARD, Yves (editores), *Teoría de la regulación: estado de los conocimientos*, Vol. II, Asociación Trabajo y Sociedad, Universidad de Buenos Aires, Diciembre de 1996.

BRAMBLE, Tom y FIELDS, Diane, *Theories of postfordismo:a critique*, Department of Economics, La Trobe University, Bubdoora, Victoria, Australia, December, 1990.

BRINKMAN, Richard, *Economic growth versus economic development: towards a conceptual clarification*, Journal of Economic Issues, Vol. XXIX, N°4, December 1995.

BUITER, Willem,

- *Measurement of the public sector deficit and its implications for policy evaluation and design*, IMF Staff Papers, 1983.
- *A guide to public sector debt*, Economic Policy, N°1, 1985.

BULLARD, James y BUTLER, Allison, *Nonlinearity and chaos in economics models: implications for policy decision*, The Economic Journal, 1993.

BUNGE, Mario,

- *La investigación científica*, 2da. Edición, Editorial Ariel, 1983.
- *Seudociencia e ideología*, Alianza Editorial, Madrid, 1985.

BURLEY, Peter y FOSTER, John (Eds.), *Economics and thermodynamics. New perspectives on economic analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, 1994

CANTNER, Uwe; HANUSCH, Horst y KLEPPER, Steven (eds.), *Economic evolution, learning and complexity*, Physica Verlag, A Springer Verlag Company, 2000.

CARTER, Anne y BRODY, Andras, *Contributions to input-output analysis*, North Holland Publishing Company, 1970.

CEPAL, *Estudio económico de América Latina*, Naciones Unidas, Nueva York, 1949.

CHANDLER, Alfred D., *Organizational capabilities and the economic history of the industrial enterprise*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 6, N°3, 1992.

CHENERY Hollis y BRUNO, Michael, *Development alternatives in an open economy. The case of Israel*, The Economic Journal, March 1962.

CHENERY, Hollis y MAC EWAN, A., *Optimal patterns of growth and aid: the case of Pakistan*, en ADELMAN, Irma y THORBEKE, E., *The theory an design of economic development*, The John Hopkins Press, Baltimore, 1986.

CHENERY, H. y SRINIVASAN, T. N., *Handbook of Development Economics*, Vol. I, Elsevier, 1989.

CHENERY, Hollis y STROUT, Alan M., *Foreign assistance and economic development*, The American Economic Review, Vol. VI, N°4, September 1966.

CHICHILNISKY, Graciela, *Development patterns and the international order*, Journal of International Affairs, Vol. 31, N°2, fall-winter 1977.

CHON, Soohyun, *Destroying the myth of vertical integration in the Japanese electronic industry: restructuring in the semiconductor manufacturing equipment industry*, Regional Studies, Vol. 31, 1, 1997.

CIIU 3, *Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas, tercera revisión*, Naciones Unidas, Nueva York, 1990.

CLARK, Colin, *Economía del desarrollo. Los primeros años*, en MEIER, Gerald M. y SEERS, Dudley, *Pioneros del Desarrollo*, Banco Mundial - Editorial Tecnos, Madrid, 1986.

CORICELLI, Fabricio; DI MATEO, Massimo y HAHN, Frank (eds.); *New theories in growth and development*, St. Martin Press, Inc., 1998.

CORONA, Juan Manuel; DUTRÉNIT, Gabriela y HERNÁNDEZ, Carlos A., *La interacción productor-usuario: una síntesis del debate actual*, Comercio Exterior, Vol. 44, N°8, México, Agosto de 1994.

Council of Competitiveness, *Competitiveness index 1992*, Washington DC, September, 1992.

DE BANDT, Jaques, *Approche méso-économique de la dynamique industrielle*, Revue D´Économie Industrielle, CNRS, París, tercer trimestre, 1989.

DIXON, R. y THIRLWALL, A. P., *A model of regional growth-rate differences on kaldorian lines*, Oxford Economic Papers, (27), 2, July, 1975.

DOMAR, Evsey, *Capital expansion, rate of growth and employment*, Econometrica, 14, April 1946.

DORFMAN, Adolfo, *Tecnologías e innovaciones tecnológicas, algunas acotaciones*, Realidad Económica, N°116, 1993.

DORNBUSCH, R., *Deficit, capital accumulation and inflation*, Journal of Money, Credit and Bankings, 1977.

DOSI, Giovanni, *Finance, innovation and industrial change*, Journal of Economic Behavior and Organization, 12, North Holland, 1990.

DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G. y SOETE, L.; *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers, Londres, 1988.

DOW, Sheila C., *The methodology of macroeconomic thought. A conceptual analysis of school of thought in economics*, Edward Elgar, UK, USA, 1998.

DUARTE, Joe, *Successful biotech: every investor's investing*, Prima Money, California, 2001.

EDVINSSON, Leif y MALONE, Michael S., *El capital intelectual*, Ed. Gestión 2000, SA, Barcelona, 1999.

Enciclopedia Microsoft Encarta, *Sistema operativo*, 2001.

FAGERBERG, Jan, *User-producer interaction, learning and comparative advantages*, Cambridge Journal of Economics, Vol. 19, 1995.

FAIR, Ray C., *An analysis of the accuracy of four macroeconomic models*, Journal of Political Economy, Vol. 87, N°4, 1979.

FAJNZYLBER, Fernando, *La industrialización trunca de América Latina*, CEPAL, CET, Buenos Aires, 1980.

FAMA, E. F., *Efficient capital markets: a review of theory and empirical evidence*, Journal of Finance, May 1970.

FANELLI, José M. y FRENKEL, Roberto, *Growth exercise for Argentina*, CEDES, N°25, 1989.

FEINSTEIN, C. H., *Capitalism and economic growth*, Cambridge University Press, 1967.

FERRER, Aldo, *Historia de la globalización. Orígenes del orden económico mundial*, Fondo de Cultura Económica de Argentina S.A., Buenos Aires, 1996.

FORRESTER, Jay W., *World dynamics*, MIT, 1971.

FOSTER, John,

- *Economic and self-organization approach: Alfred Marshall revisited?*, The Economic Journal, Vol. 103, 1993.
- *The self-organization approach in Economics*, en BURLEY, Peter y FOSTER, John (Eds.), *Economics and thermodynamics. New perspectives on economic analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, 1994.

FOSTER, John y WILD, Phillip, *Econometric modeling in the presence of evolutionary change*, Cambridge Journal of Economics, 23, 1999.

FRANKEL, Marvin,

- *Obsolescence and technological change in a maturing economy*, American Economic Review, 45, 1955.
- *The production function in allocation and growth: a synthesis*, American Economic Review, 52, 1962.

FREEMAN, Christopher,

- *La teoría económica de la innovación industrial*, Alianza Universidad, Madrid, 1975.
- *Long waves in the world economy*, Chapter 8, Butterworths, London, 1983.

FRIEDMAN, Milton, *Do old fallacies ever die?*, Journal of Economic Literature, Vol. XXX, December 1992.

FUNDACIÓN BARILOCHE, *Catastrophe or new society?. A Latin-American world model*, International Development Research Center, IDRC, Ottawa, 1976.

FURTADO, Celso, *Economic development of Latin America*, Cambridge University Press, 1970.

GALE, D. y NIKAIDO, H., *The Jacobian matrix and the global univalence of mappings*, en NEWMANN, Peter (ed.), *Readings in mathematical economics*, John Hopkins Press, Baltimore, Vol. I, 1968.

GALE, Stephen y ATKINSON, Michael, *Toward an institutionalist perspective on regional science: an approach via the regionalization question*, Papers of the Regional Science Association, Vol. 47, 1979.

GILLE, Bernard, *Histoire des tecniques*, Gallimard, París, 1978.

GEORGESEU-ROEGEN, Nicholas, *De la science économique a la bioéconomie*, Revue d´économie, Vol. 88, N°3, Mayo-Junio 1978.

GOODWIN, Richard M.,

- *A growth cycle*, en FEINSTEIN, C.H., *Capitalism and economic growth*, Cambridge University Press, 1967.
- *A model of cyclical growth*, en GORDON, Robert y KLEIN, Lawrence, *Reading in business cycles*, Richard Irwin Inc., Illinois, 1965.
- *Chaotic economic dynamics*, Clarendon Press Oxford, 1992.

GRILICHES, Zvi, *Hybrid corn: an exploration in the economic of technological change*, Econometrica, Vol. 25, N°4, October, 1957.

GRUPP, Hariolf, *Science, high technology and the competitiveness of EU countries*, Cambridge Journal of Economics, N°19, 1995.

HACKER, Daniel, *High-technology employment. A broader view*, Monthly Labor Review, June 1999.

HAHN, Frank, *The next hundred years*, The Economic Journal, Vol. 101, 47, 51, 1991.

HALEVI, Joseph; LAIBMAN, David y NELL, Edward J.; *Beyond the Steady State. A revival of growth theory;* St. Martin's Press, New York, 1992.

HARROD, Roy, *An essay in economic theory*, The Economic Journal, 49, March 1939.

HATTI, Rajni-Kaul y MATIASSON, Bo, *Downstream processing in* biotechnology, en RATLEDGE, Colin y KRISTANSEN, Bjorn, (ed.), *Basic Biotechnology*, Cambridge University Press, RU, 2001.

HENDRY, David F., *Econometrics-alchemy or science*, Economica, 47, 1980.

HERNANDEZ, Ruby Daniel,

- *Un modelo econométrico del sector externo de la República Argentina*, Económica N°3, UNLP, Septiembre - Diciembre de 1980.
- *El subsistema de innovación: un nuevo ciclo de actividad en la universidad*, Departamento de Doctorado, Facultad de Ciencias Económicas, UNLP, La Plata, julio de 1990.
- *Perspectivas Tecnológicas*, Departamento de Doctorado y Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, UNLP, 1991.
- *Desarrollo sustentable: evaluación de la variable tecnología en los proyectos de inversión*, Ediciones Macchi - Grupo Banco de la Provincia de Buenos Aires, Julio de 1995.
- *Un modelo de desarrollo regional. Provincia de Buenos Aires,* Ediciones Macchi - Grupo Banco de la Provincia de Buenos Aires, 1996.
- *Bases para un modelo de desarrollo tecnológico-industrial-regional. Parque Tecnológico Constituyentes*, Ed. Macchi - Universidad Nacional de General San Martín, 1998.

- *Demanda efectiva y potencial de grandes empresas. Zona norte. Provincia de Buenos Aires*, Universidad Nacional de General San Martín - Polo Tecnológico Constituyentes, 1999.
- *La regionalización fiscal en la Provincia de Buenos Aires*, en edición, 1999.
- *Las industrias de tecnología avanzada*, Centro de Transferencia y Vinculación Tecnológica, Universidad Nacional de General San Martín, Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, 2002.

HICKS, John,

- *La teoría lineal*, en *Panoramas contemporáneos de la teoría económica*, Alianza Ed., Vol. III, 1970.
- *Capital and time. A neo-austrian theory,* Oxford, Clarendon Press, 1973.

HIRSCHMAN, Albert O., *A generalized linkages approach of development*, Economic Development and Cultural Change, 25, 1977.

HOLSEN, J. A., *The minimum standard model for CCP system and global framework country economic projections*, The World Bank, January 1973.

HUGON, Philippe, *L'économie du developpement, le temps et l'histoire*, Revue Économique, Vol. 42, N°2, 1985.

ILO, *Report of the working group on building endogenous capacities in science and technology,* ACC Task force in science and technology for development, Ginebra, 1986.

JACOBSON, Steffan, *Intra-industry specialization and development models for the capital goods sector*, Weltwirtschaftliches Archiv, Helft 1, Bandt 124, 1988.

JARSULIC, Marc, *Dynamic behavior in a two sector classical model: some simulations results*, en HALEVI, J.; LAIBMAN, D. y NELL, E. J., *Beyond the steady state: a revival on growth theory*, St. Martin Press, Inc., 1992.

JOHANSEN, L., *A multisectoral study of economic growth*, Second enlarged edition, North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1974.

KALDOR, Nicholas,

- *A model of the trade cycle*, The Economic Journal, 50, 1940.
- *Economic growth and cyclical fluctuations*, The Economic Journal, March, 1954.
- *Alternative theories of distribution*, Review of Economic Studies, Vol. XXIII, 2, 1955-56.
- *A model of economic growth*, Economic Journal, LXVII, E68, December, 1957.
- *Causes of the slow rate of economic growth in the U.K.,* Cambridge University Press, 1966.
- *The cases for regional policies*, Scottish Journal of Political Economy, Vol. 17, November 1970.

- *The irrelevance of equilibrium economics*, The Economic Journal, Vol. 82, N°328, December, 1972.
- *What is wrong with economic theory*, The Quarterly Journal of Economics, Vol. LXXXIX, N°3, August 1975.
- *Economic without equilibrium*, M.E. Sharpe, Armonk, New York, 1985.
- *Causes of growth and stagnation in the world economy*, Cambridge University Press, 1976.

KALEKI, Michael, *Teoría de la dinámica económica*, Parte 5, *El ciclo económico*, Fondo de Cultura Económica, México, 1985.

KENDRICK, John, *Postwar productivity trend in the United States. 1948-1969*, Columbia University Press, 1973.

KAPLAN, Marie Cristiene, *La montèe de l'investissement intellectuel*, Revue D´Économie Industrielle, N°40 y 41, Segundo Trimestre, París, 1987.

KATZ, Jorge. et al., *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica Latinoamericana. El caso de la industria metalmecánica*, Buenos Aires, BID-CEPAL-CIID-PNVD, 1986.

KIM, Linsu, *Imitation to innovation. The dynamics of Korea's technological learning*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1997.

KLEIN, Lawrence R., *On the interpretation of professor 'Leontief's system'*, The Review of Economies Studies, Vol. XX, 1952.

KLEIN, Lawrence; WELFE, Aleksander; WELFE, Wladyslaw; *Principles of macroeconometric modeling*; North-Holland, 1999.

KOOPMANS, Tjalling C.,

- *Measurement without theory*, The Review of Economics and Statistics, 1947.
- *Activity analysis of production and allocation*, John Wiley, 1951.

KRUGMAN, Paul,

- *Endogenous innovation, international trade an growth*, en KRUGMAN, Paul, *Rethinking International Trade*, MIT Press, Cambridge, 1990.
- *Rethinking International Trade*, MIT Press, Cambridge, 1990.

LALL, Sanjaya, *Technological capabilities and industrialization*, World Development, Vol. 20, N°2, 1992.

LASTRES, Helena M., *The advanced materials revolution and the Japanese system of innovation*, St. Martin's Press, 1994.

Latin American newsletters, en Internet: www.latinnews.com, 2000.

LAWSON, Tony, *Economics and reality*, Routledge, London, 1997.

LEE, Chung H., *The government, financial system and large private enterprises en the economic development of South Korea*, World Development, Vol. 10, N°2, 1992.

LEONTIEF, Wassily,

- *Studies on the structure of the american economy*, Oxford University Press, 1953.
- *Structure of the world economy*, American Economy Review, 64 (6), December 1974.

LEWIS, Arthur W., *Economic development with unlimited supplies of labor*, Manchester School of Economies and Social Studies, 22, 1954.

LORDON, Fréderic, *Periodic and aperiodic fluctuations in a goodwinian-kaldorian model of endogenous growth*, CEPREMAP, N°9514, Paris, May, 1995.

LORENZ, Edward, *La esencia del caos*, Editorial Debate S.A., Madrid, 1995.

LUCAS, Robert E., *On the mechanisms of economic development*, Journal of Monetary Economics, 22-1, 1988.

LUNDVALL, Bengt Ake, *Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation*, en DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R; SILVERBERG, G. y SOETE, L.; *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers, Londres, 1988.

LUSTIG, Nora y TAYLOR, Lance, *Mexican food consumption in an estructuralist CGE model*, en TAYLOR, Lance, *Socially relevant policy analysis*, The MIT Press, Cambridge, Mass, 1990.

MACHLUP, Fritz, *The production and distribution of knowledge in the United States*, Princeton University Press, New Jersey, 1962.

MANDELBROT, Benoit, *Los objetos fractales*, Tusquets Editores, S.A., 1996.

MANSFIELD, Edwin,

- *Technical change and the rate of imitation*, Econometrica, Vol. 29, N°4, October, 1961.
- *Propiedad intelectual, tecnología y crecimiento económico*, Perspectivas Económicas, 3, 1988.

MARI Eduardo,

- *La tecnología de los materiales. Su importancia en el desarrollo industrial argentino*, Argentina Tecnológica, N°6, Mayo de 1987.
- *Los llamados nuevos materiales: su impacto sobre nuestro desarrollo industrial y nuestra economía*, Jornadas Metalúrgicas, SAM, Buenos Aires, 1989.
- *Tendencia a nivel mundial y prospectiva para la Argentina*, N°5, Materiales, Buenos Aires, Junio de 1997.

MARQUINA RODRIGUEZ, Fidel, *Los parques industriales en México*, El Mercado de Valores, Nacional Financiera, México, 1998.

MARTIN, Will y MITRA, Devashish, *Productivity growth and convergence in agriculture and manufacturing*, Working Paper, The World Bank, August 1999.

MARX, Karl,

- *Capital y tecnología,* Manuscritos inéditos (1861-1863), N°12, México, Ed. Terranova S.A., 1989.
- *El capital: el proceso de circulación del capital,* Tomo II, Vol. 5, Libro Segundo, Siglo XXI, Ed. S.A., 1992.

McCARTNEY, Scott, ENIAC: *The triumphs and tragedies of the world first computer,* Berkley Books, New York, 1999.

McCOMBIE, John S. L. y THIRLWALL, A.P., *Economic growth and the balance of payments constraint,* St. Martin Press, Inc., New York, 1994.

MEADE, James, *External economies and diseconomies in a competitive situation,* Economic Journal, 62, March 1952.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; RANDERS, Jorgen; BEHERENS III, William W.; *The limits of growth,* Universe Books, New York, 1972.

MEIER, G. M. y SEERS, D. (editores), *Pioneros del desarrollo,* Vol. 1, Banco Mundial, Ed. Tecnos S.A., Madrid, 1986.

METCALFE, J. S., *Impulse and diffusion in the study of technical change,* en FREEMAN, Christopher (ed.), *Long waves in the world economy,* Chapter 8, Butterworths, London, 1983.

MIERNYK, William, *Sampling techniques in making regional forecasts,* in CARTER, Anne y BRODY, Andras, *Contributions to input-output analysis,* North Holland Publishing Company, 1970.

MILLÁN PEREYRA, Juan Luis, *La economía de la información: análisis teóricos,* Editorial Trotta, S.A., Madrid, 1993.

Ministerio de Economía de la Nación, Secretaría de Política Económica, República Argentina.

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología; Secretaría de Educación Superior; Programa Mejoramiento del Sistema de Información Universitaria; en Internet: www.ses.gov.ar; 2002.

MOKYR, Joel, *Punctuated equilibria and technological progress,* AEA Papers and Proceedings, Vol. 80, N°2, May 1990.

MORGAN, Kevin, *Learning-by-interacting: inter-firm networks and enterprise support,* en OECD, *Networks of enterprises and local development,* Paris, France, 1996.

MORISHIMA, Mischio, *Equilibrium, stability and growth,* Clarendon Press, Oxford, 1964.

MOWERY, David y ROSENBERG, Nathan, *Technical change en the commercial aircraft industry, 1925-1975,* en ROSENBERG, Nathan, *Inside the black box: technology and economics,* Cambridge University Press, 1982.

MURPHY, John B., *Introducing the North American industry classification system,* Monthly Labor Review, July, 1998.

MYRDAL, Gunnar,

- *Economic theory and underdeveloped regions,* Harper Torch Books, London, 1971.

- *Institutional economics,* Journal of Economic Issues, Vol. XII, N°4, December 1978.

National Science Foundation, *Employment preferences and outcomes of recent science and engineering doctorable holders in the labor market*, en Internet: www.nsf.gov/sbe/srs, October 2001.

NELL, Edward J.,

- *The revival of political economy*, en NELL, E.J., *Transformational growth and effective demand*, New York University Press, 1992.
- *Transformational growth and effective demand,* New York University Press, 1992.

NELSON, Richard,

- *Institutions supporting technical change in the United States,* en DOSI et al., *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers, 1988.
- *The co-evolution of technology, industrial structure and supporting institutions,* Industrial and Corporate Change, Oxford University Press, Vol. 3, N°1, 1994.
- *The agenda for growth theory: a different point of view,* Cambridge Journal of Economics, 22, 1998.

NELSON, Richard y WINTER, Sydney,

- *In search of useful theory of innovation,* Research Policy 6, North-Holland, 1977.
- *An evolucionary theory of economic change*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982.

NG, Yew-Kwang, *Mesoeconomic. A micro-macro analysis*, Brighton, UK, Wheatsheaf, 1986.

NEWHOUSE, S.; RUELL, D. y TAKENS, F.; *Occurrence of strange axiom. Attractors near quasi-periodic flows on* $T^m m > 3$, Communications in Mathematical Physics, 64, 1978.

NEWMANN, Peter (Ed.), *Readings in mathematical economics*, John Hopkins Press, Baltimore, Vol. I, 1968.

OECD,

- *Networks of enterprises and local development*, Paris, France, 1996.
- *The knowledge based-economy*, en Internet: www.oecd.org, 1996.
- *Technology Foresight and Sustainable Development*, en internet: www.oecd.org, 1998.
- *Boosting innovation: the cluster approach*, 1999.
- *Science, technology and industrial scoreboard 1999. Benchmarking knowledge-based economies*, OECD, 1999.
- *Science, technology and industrial outlook: drivers growth; information technology, innovation and entrepreneurship, Science and innovation*, En Internet: www.oecd.org, July 2001.

- *Science, technology and industrial scoreboard. Towards a knowledge-based economy,* 2001.

OLIVER, Richard W., *The coming biotech age: the business of biomaterials*, Mc Graw Hill, USA, 2000.

OLIVERA, Julio H. G.,

- *Crecimiento, desarrollo, progreso, evolución; nota sobre relaciones entre conceptos,* El Trimestre Económico, 1959.
- *Economía estructural y sistemas lineales*, XII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política, Universidad Nacional de la Pampa, 1977.
- *Política monetaria y economía regional*, Ámbito Financiero, 6 de septiembre de 1979.

ONUDI, *La eficacia de los parques industriales en los países en desarrollo*, Naciones Unidas, 1979.

OSTROM, V.; TIEBOUT, C. M. y WARREN, R., *The organization of government en metropolitan area: a theoretical inquiry,* American Political Science Review, Vol. 1. N°55, December 1961.

PASINETTI, Luigi,

- *Growth and income distribution. Essays in economic*, Theory Cambridge, University Press, 1974.
- *Vertical integration in economic analysis*, en *Essays on the theory of production*, Londres, 1980.
- *Cambio estructural y crecimiento económico*, Ed. Pirámide S.A., Madrid, 1985.
- *Structural economic dynamics. A theory of economic consequences of human learning*, Cambridge University Press, 1993.

PERROUX, Francois, *Note sur la notion de pôle de croissance,* Economie appliquée, 1955.

PHELPS E., *Inflation in the theory of public finance,* Swedish Journal of Economics, 1973.

PIORE, M. and SABEL, C., *The second industrial divide*, Basic Books, New York, 1984.

PORAT, M. U., *The information economy: definition and measurement*, Vol. I, en *The information economy,* Department of Commerce, Washington, 1977.

PORTER, Michael, *The competitive advantage of nations*, Mac Millan, 1990.

QUAH, Danny, *Galton fallacy and test of the convergence hypotesis*, en ANDERSON, Torben y MOENE, Karl O. (eds.), *Endogenous growth*, Blackwell Oxford UK & Cambridge, USA, 1993.

RATLEDGE, Colin y KRISTANSEN, Bjorn (Eds.), *Basic Biotechnology*, Cambridge University Press, RU, 2001.

REBELO, Sergio, *Long-run policy analysis and long-run growth*, Journal of Political Economy, 99, 1991.

RICHARDS, Stewart, *Filosofía y sociología de la ciencia*, Siglo XXI Editores, México, 1987.

ROBERTS, Edward B., *Entrepreneurs in high technology*, Oxford University Press, 1991.

ROBINSON, Joan, *Time in economic theory*, Kyklos, Vol. 33, 1980.

ROMER, Paul,

- *Increasing returns and long-run growth*, Journal of Political Economy, October 1986.
- *Endogenous technological change*, Journal of Political Economy, October 1990.

ROSENBERG, Nathan,

- *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, 1982.
- *Exploring the black box: technology, economics and history*, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- *Schumpeter and the endogeneity of technology*, Routledge, Taylor and Francis Group, London, 2000.

ROSENBERG, Nathan y STEINMULLER, W. Edward, *The economic implications of the VLSI revolution*, en ROSENBERG, Nathan, *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982.

ROSSER, J. Barkley Jr., *Aspects of dialectics and non-linear dynamics*, Cambridge Journal of Economics, 24, 2000.

SÁBATO, JORGE, *El uso de la ciencia en la producción de tecnología, algunos problemas*, Criterio, Nº1.722, 1975.

SABEL, Charles, *Learning by monitoring. The dilemmas of regional economic policy in Europe*, en OECD, *Networks of enterprises and local development*, OECD, 1996.

SALA, Milda, *El aprendizaje en las industrias de tecnología avanzada*, Centro de Transferencia y Vinculación Tecnológica, Universidad Nacional de General San Martín, Inédito, 2002.

SALA-MARTIN, Xavier, *Apuntes de crecimiento económico*, 2ª Edición, Antoni Bosch Ed., Barcelona, 2000.

SAMUELS, Warren J., *The present state of institutional economics*, Cambridge Journal of Economics, 19, 1995.

SCHEIDER, Walter, *A serious but not ponderous book about nuclear energy*, Cavendish Press Ann Arbor, 2001.

SCHERER, Frederic M., *Innovation and growth: schumpeterian perspectives*, The MIT Press, 1989.

SCHMITZ, Hubert, *Collective efficiency and increasing returns*, Cambridge Journal of Economics, 23, 1999.

SCHULTZ, Theodore, *Origins of increasing returns*, Blackwell Oxford, 1993.

SCHUMPETER, Joseph,

- *Teoría del desenvolvimiento económico*, Ed. Ariel S.A., Barcelona, 1962.
- *Capitalism, socialism and democracy*, Harper Torchbooks, 1975.

SCITOVSKY, Tibor, *Two concepts of external economies*, Journal of Political Economy, 62, April 1954.

SCOTT, Maurice F.G., *A new view of economic growth*, Clarendon Press, Oxford, 1989.

SEN, Amartya, *Resources, values and development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, 1997.

SETTERFIELD, Mark,

- *'History versus equilibrium' and the theory of economic growth*, Cambridge Journal of Economics, 21, 1997.
- *Rapid growth and relative decline. Modeling macroeconomic dynamic with hysterisis*, MacMillan Press Ltd, Great Britain, 1997.
- *Should economists dispense with the notion of equilibrium?*, Journal of Post Keynesian Economics, Vol. 20, N°L, Fall 1997.

SILBERBERG, Gerald; DOSI, Giovanni y ORSENIGO, Luigi; *Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model*, The Economic Journal, 98, December, 1988.

SIMON, Herbert A.,

- *Effects of technical change in the Leontief model*, en KOOPMANS, T. C., *Activity analysis of production and allocation*, John Wiley, 1951.
- *Rationality as process and as product of thought*, American Economic Review, May, 1972.
- *On how to decide what to do*, The Bell Journal of Economics, 503, 1979.
- *Rational decision making in business organizations*, American Economic Review, 69, 1979.
- *Organization and markets*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 5, N°2, 1991.

SOLOW, Robert,

- *A contribution to the theory of economic growth*, Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, 1956.
- *Technical Change and the Aggregate Production Function*, Review of Economics and Statistics, Vol. 39, 1957.
- *Perspectives in growth theory*, Journal of Economic Perspectives, 1994.

SRAFFA, Piero,

- *The laws of returns under competitive conditions*, The Economic Journal, December, 1926.
- *Producción de mercancías mediante mercancías*, OIKOS, Buenos Aires, 1960.

STIGLER, George y BOULDING, Kenneth, *Readings en price theory*, Richard D. Irwin Inc., 1952.

STIGLITZ, Joseph, *Economic organization, information, and development*, en CHENERY, H. y SRINIVASAN, T. N., *Handbook of development economics*, Vol I, Elsevier, 1989.

STOHR, Walter, *Regional innovation complexes*, Papers of the Regional Science Association, Vol. 59, 1986.

SUNKEL, Osvaldo, *The pattern of Latin-American dependence*, in URQUIDI, Victor y THORP, Rosemary (eds.), *Latin America in the international economy*, John Wiley and Sons, New York-Toronto, 1973.

TARGETTI, Ferdinand, *Growth and the terms of trade: a kaldorian two sector model*, en KING, John E., *Economic growth in theory and practice*, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

TARGETTI, Fernando y FOTI, Alessandro, *Growth and productivity: a model of accumulation growth and catching-up*, Cambridge Journal of Economics, 21, 1997.

TAYLOR, Lance, *Socially relevant policy analysis*, The MIT Cambridge, Mass, London, England, 1990.

TAYLOR, L.; BACHA, E.; CARDOSO, E. y LYSY, F., *Models of growth and distribution for Brasil*, World Bank, Oxford University Press, 1980.

The Versailles Project on Advanced Materials and Standars (VAMAS), en Internet: www.vamas.org.

THEIL, Henry, *Economics and information theory*, North Holland Publishing Company, 1967.

THIRLWALL, Anthony. P.,

- *Foreign trade elasticities in centre-periphery models of growth and development*, Banca Nazionale del Lavoro, Quarterly Review, September, 1983.
- *A general model of growth and development on kaldorian lines*, Oxford Economic Papers, 38, 1986.

TIEBOUT, Charles M.,

- *A pure theory of local expenditures,* Journal of Political Economy, Vol. 64, October 1956.
- *Exports and regional economic growth,* Journal of Political Economy, Vol. 64, April, 1956.

TOBIN, James, *On the efficiency of the financial system,* Lloyd Bank Review, July, 1989.

TORRE, André, *Mesoanalyse et estructures productives régionales*, en Colette Fourcade (Ed.), *Industries et Régions*, Economica, París, 1986.

TURNOSKY, Sthepen J. y PARTHA, Sen, *Fiscal policy, capital accumulation and debt in an open economy,* Oxford Economic Papers, N°43, 1991.

UN, *Saving and credit for development*, United Nations, 1992.

URQUIDI, Victor y THORP, Rosemary (Eds.), *Latin America in the international economy*, John Wiley and Sons, New York-Toronto, 1973.

VACCARA, Beatrice, *Changes over time in Input-output coefficients for the United States*, en CARTER, A. y BRODY, A., *Contributions to input-output analysis*, North Holland Publishing Company, 1970.

VALLEE, R., *Observation et decision en théorie des systemes*, Économie Appliqueé, Tome XXVIII, N°4, 1975.

van WIJNBERGER, Sweder, *External debit, inflation, and the public sector: forward fiscal policy for sustainable growth*, The World Bank Economic Review, Vol. 1, N°3, 1990.

VENCE DEZA, Xavier, *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, Siglo Veintiuno de España Editores, S.A., 1995.

VERDOORN, J.P.,

- *Fattori che regolano lo sviluppo delle productivitá del laboro*, L'Industria, N°1, 1949.
- *Complementary and long-run projections*, Econometrica, Vol. 24, 1956.

VERSPAGEN, B., *A new empirical approach to catching up or falling behind*, Structural Change and Economic Dynamics, Vol. 2, N°2, 1991.

VINER, Jacob, *Cost curves and supply curves*, 1931, en STIGLER, George y BOULDING, Kenneth, *Readings en price theory*, Richard. D. Irwin Inc., 1952.

VON NEUMANN, John, *A model of general economic equilibrium*, Review of Economic Studies, 13, 1945/46.

WALLERSTEIN, Immanuel, *A theory of economic history in place of economic theory?*, Revue Économique, N°2, March 1991.

WEISSKOPF, Thomas; BOWLES, Samuel y GORDON, David; *Hearts and minds: a social model of U.S. productivity growth*, Brookings Papers on Economic Activity, N°2, Washington, 1983.

WILLIAMS, Hugh, *Post foresight implementation in the United Kingdom*, en Internet: www.oecd.org, *Technology Foresight and sustainable Development*, OECD, 1998.

WILLINGER, Marc, *La diffusion des matériaux composites dans, les systèmes complexes et l'intensification des relations inter-industrielles*, Revue d'Économie Industrialle, N°49, Tercer Trimestre, Paris, 1989.

WORLD BANK, *Knowledge for development*, Oxford University Press, 1999.

YOUNG, Allyn A., *Increasing returns and economic progress*, The Economic Journal, 38, 1928.

ZELENY, Jindrich, *La estructura lógica de "El Capital" de Marx*, Ediciones Grijalbo S.A. Barcelona-Buenos Aires-México, 1974.