

*La tecnología en la teoría del
comercio: la perspectiva evolutiva*

Luis E. Arjona Béjar
Ensayos y Monografías
Número 73
marzo de 1996

La tecnología en la teoría del comercio: la perspectiva evolutiva

Luis E. Arjona Béjar *

R e s u m e n

En este documento se presenta un argumento sobre la relación entre la tecnología y el comercio desde una perspectiva evolutiva. El argumento se centra en la explicación del cambio económico y enfatiza el papel de la diversidad de los agentes económicos y el papel de los mecanismos de selección en la lucha competitiva que caracteriza al comercio internacional. El argumento se desarrolla dentro de lo que se denomina teorización apreciativa y busca establecer las relaciones fundamentales entre los cambios en los patrones de comercio y los cambios en la tecnología. En el documento se reseñan dos modelos formales que exploran de manera más rigurosa algunas de las relaciones planteadas en el argumento.

I Introducción

La importancia del cambio tecnológico dentro del comercio internacional y el desarrollo económico ha recibido una gran atención dentro de la teoría económica en los últimos años. El reconocimiento de la importancia del cambio tecnológico no es nuevo, éste ocupaba ya un lugar central en los modelos de crecimiento de los años 50s y 60s. Sin embargo, en dichos modelos se le trataba como un fenómeno exógeno. El auge reciente en el estudio del cambio tecnológico y de su relación con el crecimiento y el comercio internacional se debe a nuevos desarrollos que han permitido integrarlo como un proceso endógeno dentro de los modelos de equilibrio general. Indudablemente, la literatura sobre el crecimiento endógeno representa un importante avance dentro del programa de investigación asociado con el enfoque de equilibrio. Sin embargo, esta literatura presenta limitaciones importantes en su análisis del cambio. En la sección 2 se señalan las principales limitaciones del enfoque de equilibrio tomando como punto de referencia las ideas básicas

*. Profesor-Investigador, Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), Carretera México-Toluca 3655, Km. 16.5, Lomas de Santa Fé, 01210 México, D.F.. Este documento se basa en el trabajo de mi tesis doctoral. Agradezco a Stan Metcalfe su supervisión y estímulo, también agradezco al CONACYT el apoyo financiero brindado durante mis estudios.

de un modelo de Grossman y Helpman (1991) sobre cambio tecnológico y comercio. A partir de la sección 3 nos movemos hacia el objetivo principal de este documento: presentar las líneas generales de un enfoque alternativo para el estudio de la relación entre cambio tecnológico y comercio basado en una perspectiva evolutiva. Sostendremos que esta perspectiva proporciona un marco analítico útil para el estudio de la relación entre cambio tecnológico y comercio internacional, ya que centra la atención en elementos importantes que son dejados de lado en el enfoque de equilibrio. En la sección 3 se presenta brevemente lo que entendemos por una perspectiva evolutiva. La sección 4 esboza un argumento general de corte evolutivo sobre la relación entre tecnología y comercio en el espíritu de lo que Nelson (1987) denomina teorización apreciativa. En la sección 5 se reseñan dos modelos: uno por Verspagen (1993) y otro por Metcalfe (1989), como ejemplos de teorización formal, de tipo evolutivo, que permiten explorar con mayor detalle algunas de las relaciones que se plantean en el argumento general de la sección 4. Finalmente, en la sección 6 se comenta sobre el estado del análisis evolutivo de la relación entre cambio tecnológico y comercio.

II Cambio tecnológico y comercio en los modelos de equilibrio

Como punto de partida es útil recordar tres características básicas del enfoque de equilibrio. En primer término, el comportamiento económico se concibe como el esfuerzo continuo de los agentes individuales por maximizar su bienestar. Se sostiene que la universalidad de este comportamiento justifica el basarse en el estudio de agentes representativos para el análisis del sistema económico en su conjunto. En segundo lugar, el intercambio en el mercado se ve como la forma básica de interacción económica a través de

la cual los individuos pueden mejorar su bienestar más allá de lo que le permiten sus posibilidades individuales. Es a través del mercado que se coordinan las decisiones de los agentes individuales y se llega a situaciones de equilibrio. El equilibrio se define como una situación en la que las posibilidades de mejorar el bienestar individual mediante intercambio han sido totalmente agotadas. Finalmente, la estática comparada, por medio de la cual se comparan situaciones de equilibrio alternativas, es el método básico para analizar y predecir los resultados del comportamiento económico.

El enfoque dominante dentro de la teoría del comercio internacional se basa en la aplicación del marco teórico de los modelos de equilibrio general al contexto de un mundo dividido en países entre los que la movilidad de factores está encuentra restringida. Las causas básicas del comercio en el modelo Heckscher-Ohlin-Samuelson y en el modelo Ricardiano son las asimetrías en la dotación relativa de factores y en tecnología, respectivamente. La incorporación reciente de modelos de competencia imperfecta en la llamada "Nueva Teoría" del comercio internacional ha agregado a estas causas básicas la existencia de economías a escala, la diferenciación del producto y los efectos del comportamiento oligopólico.

En relación con el cambio tecnológico, la literatura de los 50s y 60s estudió al cambio tecnológico como un proceso exógeno y se centró en ver, mediante estática comparada los efectos de los desplazamientos en las funciones de producción de los países sobre el equilibrio con comercio. Como muestra Jones (1965, 1970), el cambio tecnológico dentro del modelo de equilibrio general opera como una combinación de cambios en la dotación de factores y en los precios relativos. Mediante ejercicios de estática comparada es posible ver

el impacto del cambio tecnológico sobre los patrones de comercio. Entre las principales limitaciones, ampliamente reconocidas, de este tipo de análisis están: el tratar como exógeno un proceso que claramente es generado dentro del sistema económico, el conceptualizarlo como un desplazamiento general de la función de producción ignorando la naturaleza localizada del progreso tecnológico (Atkinson y Stiglitz, 1969) y el limitarse a cambios en productividad dejando de lado el desarrollo de nuevos productos y la mejora en la calidad de los ya existentes.

En años recientes se ha progresado considerablemente en el estudio del cambio tecnológico y de su relación con el comercio y el crecimiento. Las nuevas contribuciones representan un avance importante dentro del programa de investigación del enfoque de equilibrio. A partir de la contribución seminal de Krugman (1979) se desarrolló durante los 80s una corriente de literatura sobre comercio Norte-Sur en la que las asimetrías en comportamiento innovador entre regiones son fuente de comercio y factor explicativo de las distintas trayectorias de largo plazo en ingresos relativos y crecimiento entre regiones. Esta corriente se ha fundido con los modelos de crecimiento endógeno propuestos por Romer (1986) y Lucas (1988), para dar origen a nuevos planteamiento de carácter más dinámico en la teoría del comercio internacional. El trabajo de Grossman y Helpman (1991) es una muestra representativa de esta línea de investigación.¹ A riesgo de caer en simplificaciones excesivas, tomaremos como referencia este trabajo para esbozar brevemente un argumento

1. Para una excelente reseña de la literatura sobre tecnología y comercio dentro de la corriente neoclásica de equilibrio, véase Grossman y Helpman (1995).

representativo de la visión del cambio tecnológico y el comercio internacional que se encuentra en la base de esta literatura.

En los modelos de Grossman y Helpman, la innovación es llevada a cabo por firmas que buscan desarrollar nuevos productos y sus respectivas técnicas. Estas innovaciones son apropiables y son fuentes de ganancias monopólicas. Como subproducto de estas actividades se producen derrames de conocimiento tecnológico en el resto de la economía que reducen los costos de subsecuentes innovaciones. Estos derrames de conocimiento, tienen el carácter de un bien público, y juegan un papel fundamental dentro de los modelos ya que hacen posible un crecimiento sostenido de largo plazo generado endógenamente. Con esto, se evita el problema de la tendencia al estancamiento característica de los modelos de crecimiento neoclásicos de los años 50s y 60s.

El desempeño de actividades innovadoras requiere de recursos: capital, trabajo y capital humano. Dado que las unidades familiares son las únicas que cuentan con factores productivos, son ellas las que tienen que financiar las actividades de Investigación y Desarrollo (I&D) de las firmas. Este financiamiento se ve como el resultado de decisiones intertemporales de unidades familiares de generaciones que se traslapan, las cuales intercambian consumo presente por un mayor consumo futuro, adquieren acciones en las firmas y financian de esta forma los gastos de I&D. En la medida en que las ganancias monopólicas que resultan de las innovaciones generadas por las firmas puedan cubrir el rendimiento que requiere la tasa subjetiva de descuento en el consumo de las unidades familiares, las actividades de I&D obtendrán financiamiento.

En el espíritu de la teoría de las proporciones de factores del comercio internacional, la especialización relativa de los distintos países y los patrones de comercio asociados aparecen como un resultado de las diferencias entre países en la dotación relativa de factores. La I&D se ve como una actividad intensiva en capital humano y, en el equilibrio con comercio, aquellos países con abundancia relativa de este factor tenderán a especializarse en dichas actividades. Por lo que respecta a las dotaciones de factores de los países, el carácter intertemporal de los modelos permite endogeneizar los procesos de acumulación de capital físico y capital humano. De manera similar a lo que ocurre con el argumento sobre la asignación de recursos para I&D, la acumulación de capital físico y humano por las unidades familiares es resultado de decisiones intertemporales en las que se difiere el consumo presente a una tasa subjetiva de descuento. En breve, las diferencias entre países en las dotaciones relativas de factores tienen su origen en diferencias en la acumulación intertemporal de capital cuya explicación última son las diferentes tasas de descuento del consumo futuro por parte de las unidades familiares.

El principal mérito de la nueva literatura de comercio internacional y crecimiento ha sido el de encontrar formas de incorporar el cambio tecnológico endógeno a la estructura analítica de los modelos de equilibrio general. Indudablemente, los múltiples modelos que han aparecido dentro de esta nueva literatura han contribuido a acrecentar nuestro entendimiento de la relación tecnología-comercio; sin embargo es igualmente cierto que los aspectos sobre los cuales pueden arrojar luz están condicionados por la perspectiva del sistema económico que permea el análisis. En particular, los conceptos de tecnología,

competencia y equilibrio en que se descansa esta literatura, la llevan a ignorar aspectos fundamentales para el análisis del cambio tecnológico y su relación con el comercio.

En cuanto a la noción de tecnología, debido a la necesidad de privilegiar la consistencia con la estructura lógica del modelo de equilibrio, se utiliza una representación muy estilizada del proceso de desarrollo tecnológico. La conceptualización de la tecnología como "un conjunto de instrucciones", no refleja la naturaleza del proceso de creación y desarrollo de nuevas tecnologías. Asimismo, deja de lado, el papel de elementos de conocimiento, organización y habilidades colectivas asociadas con las instituciones (como las firmas) que llevan a cabo el desarrollo e implementación de las tecnologías, y el carácter acumulativo del proceso de adquisición de competencias tecnológicas.² Igualmente, se deja de lado el proceso de creación y expansión del mercado que acompaña a la aparición y desarrollo de nuevas tecnologías. El tratamiento que se hace de la innovación supone una demanda preexistente y las nuevas tecnologías no hacen sino incrementar la variedad de bienes disponibles, lo cual en sí mismo genera utilidad, y permite acercarse de manera creciente al producto ideal del consumidor.

La noción de competencia es un segundo aspecto insatisfactorio de la literatura en cuestión ya que no captura adecuadamente el papel que juega la competencia tecnológica dentro de la dinámica económica. El concepto de competencia que permea a los modelos con un enfoque de equilibrio se centra en la consecución del equilibrio a través de la

2. El inadecuado tratamiento de la tecnología como "instrucciones" dentro de los modelos se pone de manifiesto en algunas inconsistencias: por ejemplo, por un lado se le considera como un insumo esencial para la producción de los bienes que requiere de recursos y tiempo para su producción, y por otro lado, este insumo no aparece dentro de la función de producción sino en la función de costos. Este tipo de inconsistencias no pueden ser fácilmente evitadas, porque, como la controversia del capital de los 60s mostró claramente, la inclusión de bienes de capital producidos ataca las bases de la estructura teórica neoclásica.

coordinación en el mercado de decisiones individuales que resultan del comportamiento maximizador de agentes económicos representativos. En la práctica, las firmas dentro de las industrias son distintas en sus capacidades para adquirir y desarrollar nuevas tecnologías, el diferente desempeño tecnológico de las firmas es un elemento crucial para su desempeño y sobrevivencia en el mercado. Al ignorar este aspecto de la competencia, no sólo se deja de lado el papel que juega la diversidad entre competidores sino que se pierde la idea de la competencia como lucha entre competidores que difieren en cuanto a su comportamiento y a su desempeño.

Finalmente, en cuanto a la noción de equilibrio, la principal virtud del enfoque de equilibrio general es que ofrece una estructura simple que permite tratar con la cuestión, sumamente compleja, de la interdependencia dentro del sistema económico. Sin embargo, una primera limitación de este enfoque es que, como ha sido repetidamente señalado por autores keynesianos y post-keynesianos sobre bases teóricas y empíricas, el pleno empleo de recursos del equilibrio neoclásico no es un resultado garantizado del sistema económico. Un segundo problema es el relacionado con la capacidad del enfoque de equilibrio para analizar el cambio. La noción de equilibrio es eminentemente estática, tanto en los modelos estáticos o estacionarios como en los modelos aparentemente "dinámicos", construidos sobre la base de decisiones de maximización intertemporal. En estos últimos, los equilibrios intertemporales son, cuando mucho, la situación a la que el sistema tendería en ausencia de cambios. Esta estructura teórica es sumamente limitada como una representación de los cambios que ocurren en tiempo real. La presencia de derivadas con respecto al tiempo en los modelos de equilibrios intertemporales crea una ilusión de movimiento que puede ser

engañosas. Los cambios tecnológicos y el cambio económico en general, son procesos evolutivos que transcurren en tiempo histórico, involucran cambios cualitativos y contingencias que alteran continuamente las condiciones del problema que enfrentan los agentes económicos del modelo de equilibrio neoclásico.

En virtud de las limitaciones del análisis convencional para el estudio del cambio tecnológico, es necesario explorar otros enfoques que permitan incorporar los elementos arriba señalados que están ausentes en el enfoque de equilibrio. Un enfoque evolutivo puede arrojar más luz sobre dichos aspectos. En la siguiente sección describimos de manera muy breve las características centrales de este enfoque.³

III La perspectiva evolutiva

Una primera característica de la perspectiva evolutiva es su preocupación por explicar el cambio: ve a la economía como un sistema complejo en evolución, el cual es "abierto" en el sentido de que los resultados de su proceso de desarrollo no son predecibles. La diversidad y mutabilidad de los elementos que integran el sistema y las presiones selectivas que ejerce sobre ellos el medio son los elementos fundamentales que moldean el curso del cambio económico. Esto marca un contraste claro con el enfoque de equilibrio que se centra en la coordinación en el mercado de las decisiones de agentes independientes. Mientras que el enfoque de equilibrio se ocupa de las consecuencias de la interdependencia y no percibe

3. En relación con el desarrollo de conceptos evolutivos en economía véase: Hirschleifer (1977), Matthews (1984), Clark y Juma (1987) y Hodgson (1993).

ninguna tendencia inherente al cambio; el propósito central del análisis evolutivo es precisamente entender los mecanismos a través de los cuales el sistema cambia.

Como en la biología, la evolución se ve como un proceso guiado primordialmente por dos mecanismos: uno que introduce elementos novedosos en el sistema y crea variedad, y otro que selecciona sobre la diversidad de los entes del sistema. En la esfera social, puede pensarse en los hábitos y las rutinas como el equivalente a los genes, y en los mecanismos que provocan cambios en ellos como análogos a aquellos que se encuentran detrás de la variación genética. De tal suerte que en el enfoque evolutivo estos hábitos y rutinas son un elemento fundamental en la explicación del comportamiento de los agentes individuales, en marcado contraste con el axioma de maximización racional como determinante único del comportamiento que caracteriza al enfoque de equilibrio.

Con respecto a la selección, el ambiente institucional de los sistemas económicos actuará en favor o en contra del comportamiento asociado con dichas rutinas. De esta manera, la selección modificará la difusión de las rutinas y modos de comportamiento en poblaciones de individuos y organizaciones.

La analogía entre la evolución socioeconómica y la biológica es útil, pero, como ha sido reconocido ampliamente, tal analogía sólo puede ser llevada hasta un cierto punto. El principal elemento que soporta la analogía entre rutinas y genes, por ejemplo, es que las rutinas, como los genes, son depositarias de información y son los medios para transmitirla. Sin embargo, los mecanismos que generan variedad juegan en los sistemas económicos un papel mucho más importante en la conducción del proceso evolutivo. Una primera diferencia es la rapidez con la que elementos novedosos son introducidos y diseminados. Sin

embargo la diferencia central no es tanto una cuestión de velocidad, sino el hecho de que estamos tratando con individuos y organizaciones con intenciones, que son capaces de pensar y de aprender. Las actividades innovadoras e imitadoras que crean y modifican rutinas e instituciones son, ante todo, el resultado de comportamiento intencionado. Estas actividades son llevadas a cabo no sólo teniendo en mente las condiciones actuales del ambiente, sino también en anticipación a posibles cambios en él. Lo que es más, a menudo tratan deliberadamente de modificar dicho ambiente.

Otra característica distintiva de los sistemas humanos es que aunque las rutinas, como los genes, se replican, no hay un mecanismo físico claro similar a la duplicación genética. En su lugar hay mecanismos sociales que involucran imitación y aprendizaje. Como ha sido señalado repetidamente, hay un importante elemento Lamarckiano en la evolución socioeconómica. El comportamiento adaptativo es aprendido, fijado en rutinas y llevado en la memoria de individuos y organizaciones. Estas rutinas se transmiten de una generación a otra y moldean su comportamiento subsecuente.

Quizá la especificidad más importante de la evolución en los sistemas humanos es la dimensión institucional de todos los componentes envueltos en el proceso. En biología, la teoría de la evolución descansa en el concepto de especie para elaborar los distintos niveles de análisis. No hay un concepto equivalente en economía. Sin embargo, el concepto de institución proporciona las bases para construir taxonomías y para establecer vínculos entre los distintos niveles en los cuales tiene lugar el proceso evolutivo. Más aún, las organizaciones, como formas materializadas y organizadas de instituciones constituyen las

unidades elementales sobre las cuales se puede llevar a cabo el enfoque poblacional que es esencial para el análisis evolutivo.

IV Tecnología y comercio desde una perspectiva evolutiva

Los varios temas arriba mencionados dan una idea del enfoque evolutivo, el cual consiste en una agenda de investigación mucho más amplia que el limitado conjunto de problemas que discutiremos aquí, a saber: las cuestiones relativas a la relación entre la tecnología y el comercio internacional.

Aunque el surgimiento dentro de la teoría del comercio de una corriente de pensamiento dentro de líneas evolutivas es relativamente reciente existen importantes antecedentes de este enfoque en la literatura económica. En autores como List, Kaldor, Posner, Vernon, Hufbauer y Pasinetti se encuentran importantes contribuciones al pensamiento evolutivo en lo relativo a la relación entre cambio tecnológico y comercio. El cuestionamiento de List (1841) sobre la validez universal del principio de que el libre comercio es benéfico llama nuestra atención hacia las diferencias en el desarrollo tecnológico relativo de los países, y hacia la importancia de la producción doméstica y del comercio en la acumulación de las capacidades tecnológicas esenciales para el desarrollo económico.⁴ El trabajo de Kaldor (1970) avanza las ideas básicas de este argumento e incorpora las ideas de causación acumulativa en la explicación de las diferencias en el desarrollo regional.⁵ Por lo que respecta a Posner (1961) y Hufbauer (1966), la teoría del comercio basado en "brechas

4. Véase Freeman (1990).

5. El concepto de causación acumulativa se encuentra en Myrdal (1957).

tecnológicas" ofrece uno de los argumentos más lucidos sobre el papel de la innovación y la difusión de la innovación como fuentes de comercio internacional. La teoría del ciclo de vida del producto de Vernon (1966), por su parte, destaca la importancia que tiene para la especialización en el comercio el hecho de que, tras su introducción, las tecnologías continúan desarrollándose y experimentando cambios. Como resultado de estos cambios, el peso relativo de los factores que afectan a las decisiones sobre la localización de la producción en distintos países también cambia, afectando así los patrones de comercio. Finalmente, el esfuerzo de Pasinetti (1981) por incorporar el tiempo histórico y el cambio estructural en el análisis del comercio es un importante antecedente con elementos afines a los del enfoque evolutivo.

La literatura reciente de corte evolutivo ha encontrado inspiración, en mayor o menor medida, en las contribuciones de los autores arriba mencionados.⁶ La principal aportación de esta literatura radica en que toma las ideas dinámicas de las contribuciones más tempranas y las pone dentro de una estructura teórica en la que el cambio es un elemento central.

En lo que resta de esta sección esbozaremos un argumento general sobre la relación entre cambio tecnológico y comercio desde una perspectiva evolutiva. El argumento difiere en varios aspectos de las teorías convencionales del comercio internacional.⁷ Por un lado,

6. Dentro de esta línea, y con diferente grado de afinidad con la perspectiva evolutiva, pueden citarse los trabajos de Metcalfe y Soete (1984), Metcalfe (1989), Dosi, et. al. (1990), Zysman et. al. (1990) Verspagen (1993), Amable (1993).

7. El argumento que se presenta a continuación cae dentro del espíritu de lo que Nelson y Winter denominan teorización apreciativa [Nelson y Winter (1982), Nelson (1987)]. Nuestro propósito es identificar las variables y relaciones más importantes y presentar una visión general de los procesos involucrados en la
(continued...)

el énfasis se pone en explicar cambios en lugar de estados. En segundo término, se concibe el comercio como una lucha competitiva en los mercados internacionales. Finalmente, se trata de rescatar el papel de la diversidad, no sólo entre países sino entre sectores y al interior de cada sector para lo cual se adopta una perspectiva poblacional.

A. Comercio internacional, tecnología y desarrollo

Siguiendo el espíritu de los argumentos de List, las diferencias que se observan en comparaciones internacionales en términos de riqueza, grado de desarrollo tecnológico y desempeño comercial, han sido foco de atención de la perspectiva evolutiva. La investigación reciente sobre comercio y tecnología da soporte empírico a las ideas básicas de List, quien sugería la existencia de una relación positiva entre los tres aspectos arriba mencionados. El trabajo de Dosi, Pavitt y Soete sobre sectores manufactureros en países de la OCDE es en gran medida una confirmación de la validez de las ideas de List.⁸ En el trabajo de estos autores, los conceptos mencionados arriba son aproximados a través de variables cuantificables: ingresos per cápita y salarios por riqueza; gastos en I&D, patentamiento y productividad del trabajo por grado de desarrollo tecnológico; participaciones en mercados de exportación por desempeño comercial. Tres conclusiones básicas surgen de la investigación de los autores mencionados. Primero, en términos de su nivel y de sus cambios en el tiempo, los niveles de ingreso y los salarios de los países se

7. (...continued)
evolución del comercio y sus relaciones con la tecnología.

8. Dosi, Pavitt y Soete (1990).

encuentran relacionados de manera positiva con los cambios en las capacidades tecnológicas de los países (aproximadas por medidas de actividad innovadora y productividad del trabajo). Segundo, y en línea con otras investigaciones sobre el papel de la tecnología en el comercio internacional,⁹ las actividades innovadoras, tanto a nivel sectorial como para el promedio de las manufacturas, están relacionadas con el desempeño exportador (medido como participación en exportaciones mundiales). Estas relaciones se mantienen en términos de niveles y en términos de los cambios en las variables. Tercero, cambios en el desempeño comercial están más relacionados con cambios en variables relativas a la tecnología que con cambios en variables relativas a costos.¹⁰ En lo que resta de esta sección presentamos un argumento evolutivo sobre el desarrollo de la tecnología y el cambio tecnológico acorde con la evidencia arriba descrita.

Visto en términos macroeconómicos el argumento evolutivo comparte tres ideas básicas del enfoque post-keynesiano. Un rasgo distintivo del argumento evolutivo es el enfatizar que la naturaleza precisa de las relaciones macroeconómicas depende en gran medida de las condiciones que prevalecen a niveles más desagregados. La primera idea en común es el reconocimiento de las diferencias en las capacidades tecnológicas entre los países como un determinante fundamental de sus diferencias en ingreso potencial. La segunda es el énfasis en que no hay ninguna fuerza inherente al sistema que garantice que los ingresos potenciales sean alcanzados. Factores como expectativas, e interdependencia

9. Hufbauer (1970), Gruber y Vernon (1970), Soete (1981, 1987).

10. Se utilizan patentes para medir tecnología y salarios como indicador del precio de los insumos primarios. Véase, Dosi Pavitt y Soete (1990), pp. 175-185.

económica internacional juegan un papel importante en la determinación del nivel de actividad económica. Lo que es más, existen factores inherentes a la dinámica del sistema que previenen que se obtenga de manera continua el ingreso potencial. El cambio tecnológico, por ejemplo, es en general disruptivo, y al mismo tiempo que eleva el ingreso potencial, introduce cambios estructurales en el sistema que hacen extremadamente difícil que dicho potencial sea alcanzado.¹¹ La tercera idea común en los dos enfoques es que el cambio tecnológico está relacionado positivamente con los cambios en el nivel de la actividad macroeconómica, tal y como lo sugiere la llamada ley de Verdoorn. Ésto abre la posibilidad de círculos de causación acumulativa en los que las exportaciones, como un componente de la demanda efectiva, pueden jugar un papel muy importante. El rasgo distintivo del argumento evolutivo es su énfasis en que el análisis de los procesos a nivel microeconómico es esencial en la explicación de estos fenómenos agregados.

Antes de entrar al argumento microeconómico, es conveniente dirigir la atención a dos aspectos de la dinámica del comercio a nivel macro. Una primera cuestión es que, si se adopta una perspectiva del comercio internacional como lucha competitiva, la noción de competitividad nacional es un concepto significativo que alude a la posición relativa de un país en términos de su capacidad para mantener o incrementar su participación en el ingreso mundial. La competitividad de un país se define como una propiedad global relacionada con la eficiencia para movilizar recursos y modificar las características tecnológicas y sociales

11. A este respecto véase Pasinetti (1981).

de su actividad económica.¹² El elemento fundamental en esta definición es su contenido dinámico. Claramente, dos aspectos clave de esta propiedad serán las capacidades tecnológicas del país y la efectividad de su ambiente institucional para generar mecanismos de ajuste que no sólo muevan a la economía hacia su ingreso potencial, sino que contribuyan a la expansión de dicho potencial.¹³

La segunda cuestión es que los argumentos en torno al comercio internacional tienden, en general, a enfocarse en situaciones de comercio balanceado. Esto es útil analíticamente y tiene la virtud de reconocer la existencia de mecanismos en el sistema económico internacional que tienden a hacer que esta relación se mantenga en el largo plazo. Sin embargo, los desequilibrios comerciales involucran elementos sumamente importantes que no deben ser ignorados debido a una excesiva atención a consideraciones de largo plazo. El liderazgo competitivo de un país estará usualmente asociado a aumentos en su participación en las exportaciones mundiales y a períodos de superávit comercial y salida de capital (ligadas a la adquisición de activos en el extranjero). Estos serán interrumpidos por apreciaciones en el tipo de cambio.¹⁴ El proceso descrito afectará, en general, a la competitividad de la economía en cuestión y tenderá a equilibrar el comercio. Sin embargo,

12. Aquí seguimos la definición de Mistral (1983) (tal y como se le cita en Dosi, Pavitt y Soete (1990), p.150. y en Chesnais (1991)).

13. La noción de sistema nacional de innovación apunta hacia aquellas dimensiones de la competitividad de un país que están en las bases de su capacidad para desarrollar su tecnología y expandir su ingreso potencial. Véase Nelson y Rosenberg (1993).

14. Aquí adoptamos el punto de vista simplificador de que los ajustes en tasa de cambio son el principal mecanismo que tiende a forzar la condición de comercio balanceado. Sin embargo otros mecanismos, como los cambios en salarios, también operan con efectos similares.

el punto principal es que es a través de este proceso que la mayor competitividad de un país se materializa en aumentos en su participación en el ingreso y la riqueza mundiales.

B. Diversidad sectorial y la dinámica a nivel agregado

El argumento anterior sugiere que las consideraciones a nivel sectorial son esenciales para una comprensión de aspectos clave del papel desempeñado por el elemento tecnológico.

El primer elemento a considerar es la relevancia del patrón de especialización en la producción para el crecimiento potencial de una economía. Como ha sido enfatizado por Pasinetti,¹⁵ el cambio en ingreso real es el principal factor detrás del comportamiento de largo plazo de la demanda, y no el cambio en precios relativos. En relación con la especialización, los bienes que ofrecen un mayor potencial de crecimiento serán los bienes nuevos, los cuales pueden visualizarse en la parte inferior de una curva de Engel, y en particular, aquellos que están llamados a representar un proporción significativa del ingreso. Por el lado de la oferta, las consideraciones en torno a la especialización se relacionan sobre todo con el potencial de los diferentes sectores en términos de las oportunidades asociadas a sus tecnologías respectivas.

En consecuencia, los patrones de especialización son importantes: diferentes patrones representarán en general diferentes perspectivas de desarrollo tecnológico y crecimiento de largo plazo. Las implicaciones para el comercio internacional son inmediatas: en general, será ventajoso para un país ser capaz de competir exitosamente en industrias cuyos mercados

15. Pasinetti (1981), pp. 71-72.

ofrecen buenas perspectivas de desarrollo y que descansan en tecnologías clave.¹⁶ Más aún, dados la naturaleza acumulativa del desarrollo tecnológico, sus vínculos directos con la producción y la dependencia respecto a su propia trayectoria, los patrones presentes y pasados del comercio y la especialización en la producción moldearán las trayectorias futuras del desarrollo tecnológico.

Un segundo elemento que debe ser tomado en cuenta es el hecho de que el crecimiento y el desarrollo tecnológico de un sector, en general, tiene lugar dentro de un grupo más amplio de sectores interrelacionados.¹⁷ Cuando el argumento presentado arriba (en términos de sectores individuales), se extiende a este nivel, ya no es sólo la suma de los efectos de sectores individuales lo que importa, sino también los vínculos y efectos de derrame para con el grupo de sectores y para con el resto de la economía. Estos elementos distinguirán a distintos grupos de sectores en cuanto a su potencial para promover el desarrollo económico.

Finalmente es claro que la posibilidad de perseguir de manera exitosa un patrón de especialización variará considerablemente entre países. Cada país sigue una trayectoria nacional de desarrollo tecnológico, la cual moldea sus capacidades tecnológicas y es determinante de sus posibilidades de desarrollo futuro.¹⁸ Una cuestión crucial, desde el punto

16. Véase Amable (1993) para una discusión más detallada de esta idea.

17. Distintos conceptos, cada uno con su connotación particular, han sido avanzados para capturar la idea de que la existencia de vínculos particularmente fuertes y efectos de derrame en términos de dinamismo tecnológico dentro de grupos de sectores: "filières" y polos de crecimiento (Perroux, 1969); grupos de innovación (Freeman, 1982); y el concepto de distritos tecnológicos (Storper, 1992), inspirado en la noción de distritos industriales de Marshall (1920).

18. Véase Zysman et. al. (1990) y Dosi, Zysman y Tyson (1990).

de vista del comercio internacional, es el hecho de que existan traslapes en la dirección en la que diferentes países dirigen sus trayectorias de desarrollo futuro. En este contexto, el comercio internacional es una lucha por participaciones en mercados mundiales en la que lo que está en juego es el potencial nacional de desarrollo tecnológico y crecimiento económico.¹⁹ Las grandes brechas que existen en las capacidades tecnológicas de diferentes países son particularmente relevantes en esta competencia. Por lo general, serán las naciones industrializadas más avanzadas las que se traslapen en sectores de alto rendimiento y compitan en los mercados mundiales correspondientes.²⁰ Países con menor desarrollo tecnológico serán, la mayor parte del tiempo, imitadores. Esto está reflejado en el hecho de que las actividades innovadoras están concentradas en gran medida en un reducido número de países de la OCDE.

C. Aspectos microeconómicos de la competitividad

Las principales teorías del comercio dentro de la tradición de equilibrio se han dedicado sobre todo a tratar de explicar los patrones de especialización en el comercio. No hay, sin embargo, una respuesta definitiva a este problema y las pruebas empíricas de las teorías rivales no han proporcionado aún resultados concluyentes.²¹ Hay algún consenso entre los economistas en el sentido de que los patrones de especialización no son explicados por un solo factor, sino que es una combinación de diferentes elementos la que explica estos

19. Zysman et. al. (1990). Véase también Amable (1993).

20. Este hecho está reflejado en la literatura sobre comercio Norte-Sur con la utilización generalizada del supuesto de que el Norte innova y el Sur solamente es capaz de imitar.

21. Véase Deardorff (1984).

patrones. Aunque diferentes teorías están de acuerdo en la importancia de elementos como recursos naturales, costos de transporte, tarifas y patrones de consumo, hay desacuerdo respecto a los factores que son considerados más importantes así como en la forma en la que el problema es conceptualizado. La teoría H-O-S, por ejemplo, destaca el papel de las diferencias en dotaciones relativas de factores. Estas diferencias combinadas con la distinta intensidad con la que los factores de producción son utilizados en distintos sectores son vistas como las bases de los patrones de especialización y comercio. La teoría Ricardiana, por otra parte, centra su atención en las diferencias internacionales en tecnología, y se ocupa de las implicaciones, para el comercio, de las diferencias en los costos relativos de producción dentro de cada país.

La perspectiva evolutiva no busca dar una explicación alternativa de los patrones de especialización del tipo ofrecido por las teorías de equilibrio. Su propósito es explicar cómo cambian los patrones de comercio. La especialización se ve como resultado de un proceso histórico en el que, paralelamente al desarrollo de los patrones de especialización, las capacidades tecnológicas de los países se han ido construyendo. A continuación, nos enfocaremos en la importancia de la diversidad y del cambio tecnológico para la dinámica de los patrones de especialización.

El punto de partida es el concepto Ricardiano de ventaja comparativa pero, en contraste con la perspectiva de equilibrio, no se hacen comparaciones entre situaciones hipotéticas de autarquía y de libre comercio. Las ventajas comparativas se definen en términos de las condiciones tecnológicas que prevalecen en un punto en el tiempo en países que ya se encuentran involucrados en relaciones comerciales. En un momento dado, es

posible, en principio, tomar a un país y comparar el costo promedio unitario de cada uno de sus sectores con el promedio de costo unitario mundial correspondiente, todos medidos en una moneda común.²² De esta forma, estaríamos en capacidad de determinar los sectores en los cuales el país tiene ventaja o desventaja comparativa en el comercio mundial. El concepto de ventaja comparativa así definido es un concepto dinámico. Desde esta perspectiva, si consideramos el equivalente evolutivo de un mercado perfectamente competitivo, y suponemos que el costo unitario es lo único que determina la competitividad de un productor, un país tenderá a ganar participación de mercado en aquellos sectores en los que su costo unitario esté por debajo del promedio.²³ En estas condiciones, aquellos productores que tengan costos unitarios más bajos tendrán mayores ganancias y mayores recursos para crecer, para mejorar su tecnología y para ganar participación de mercado en el sector.

El argumento anterior puede traducirse en uno basado en el concepto más general de competitividad. La competitividad de una firma incluiría todos los otros aspectos que determinan su desempeño competitivo y no sólo aquellos que son capturados por sus costos unitarios. En este contexto, dejando de lado el problema de medir esta propiedad, la competitividad de un país en un sector particular está dado por el promedio ponderado de la

22. Por promedio mundial nos referimos al costo unitario de cada productor individual ponderado por su participación en los mercados mundiales. Estamos asumiendo por simplicidad que cada sector produce un bien homogéneo. Con productos diferenciados, el problema es más complicado ya que, para mantener el argumento, algunos criterios tendrían que definirse para ajustar las diferentes calidades y reducir todo a una medida comparable.

23. Para ser más precisos, nos referimos a un mercado perfecto en el cual no hay diferencias en la presión selectiva que los mercados internacionales ejercen sobre productores individuales, en donde los mercados del producto están perfectamente integrados y creciendo a la misma tasa y en donde la selección opera en forma continua y a su máximo, forzando a todas las firmas a vender sus productos al precio del mercado mundial. Véase Metcalfe (1989).

competitividad de todos los productores individuales de dicho sector. Esta competitividad relativa al promedio mundial es la que determina en qué medida un país tiene ventaja o desventaja comparativa dinámica en el sector.²⁴

Uno de los principales resultados que han surgido de la investigación empírica sobre la relación entre comercio y tecnología es la importancia de las diferencias entre países en cuanto a sus capacidades tecnológicas, a nivel tanto global como sectorial, como determinante de la participación relativa en los mercados mundiales.²⁵ A nivel mundial, un país que tiene una competitividad muy por encima del promedio en un sector, y experimente una apreciación de su moneda perderá participación de mercado en relación con países que estaban cercanos a él en competitividad y que ahora lo superan. Sin embargo, en tanto su competitividad se mantenga por arriba del promedio mundial, continuará aumentando su participación en el mercado.²⁶

Los claros vínculos entre el detalle microeconómico y las tendencias macroeconómicas se hacen explícitos al llevar el argumento al nivel agregado. Las firmas que mantengan una competitividad por arriba del promedio en los sectores en los que compiten aumentarán sus participaciones en sus respectivos mercados a costa de aquellas que están debajo del promedio. La dinámica de la competitividad agregada de un país dependerá de su balance de ganadores y perdedores. Este balance no sólo depende del peso relativo de

24. Véase Dosi, Pavitt y Soete, quienes definen competitividad en términos de variables de tecnología, costo de insumos y estructura de mercado. Dosi, Pavitt y Soete (1990), pp. 154-163.

25. Véase Soete (1981), (1987), Hufbauer (1970), Gruber y Vernon (1970) y Scherer (1992).

26. Véase Cimoli (1988), y Cimoli y Soete (1988) para una ilustración sobre el papel de las brechas tecnológicas en el mantenimiento de los patrones de comercio.

las firmas en sus mercados particulares. La otra consideración crítica es el dinamismo de los sectores en los que compiten, desde el punto de vista tanto del crecimiento de mercado como de su potencial tecnológico. En este punto es necesario enfatizar la importancia de las redes de interrelaciones entre actividades, así como de el entorno institucional a nivel nacional. La competitividad de los productores individuales no existe de manera aislada, sino que depende de factores a nivel de grupos de actividades y de componentes institucionales a nivel nacional que tienen una influencia determinante sobre su competitividad.

D Competitividad, términos de intercambio y especialización

La competitividad de sectores individuales en un país no existe de manera aislada, sino que depende de la de otros sectores con los que se encuentra interrelacionada y de los componentes de competitividad a nivel nacional que se mencionaron arriba.

Para propósitos analíticos, es útil distinguir entre aquella parte de la competitividad (y de sus sectores individuales) de naturaleza 'monetaria' que está asociada a diferencias en el precio de los insumos primarios de un país con respecto a los de otros países, y de aquella parte que resulta de diferencias 'tecnológicas' que determinan la eficiencia productiva. Las dinámicas de esos dos componentes de la competitividad nacional no son independientes: la interdependencia internacional las llevará, en general, a moverse en direcciones opuestas. Cambios en el componente tecnológico de un país con respecto a sus socios comerciales desatan ajustes monetarios que tienden a equilibrar el comercio. Estos ajustes también afectan la remuneración de los factores primarios de producción del país con respecto a aquellos de sus socios comerciales. En consecuencia, "brechas tecnológicas" son la base de

las brechas en ingreso y en remuneración a insumos primarios que se observan empíricamente en comparaciones internacionales.²⁷

En la sección 4.1 se argumentó que un país con un liderazgo tecnológico, que estuviera aumentando su participación en el mercado mundial y experimentando superávits comerciales, eventualmente experimentaría un ajuste en la tasa de cambio que tendería a balancear su comercio. En general, este tipo de ajuste no sólo tendrá lugar en el país líder sino en todos aquellos en los que la competitividad global es tal que los lleva a experimentar superávits comerciales.

Claramente, los ajustes en el tipo de cambio no son la única forma de ajuste. También los aumentos en las remuneraciones de los factores primarios aumentarían los costos con respecto a otros países afectando negativamente la competitividad de un país. Estos dos tipos de ajuste son distintos: alteraciones en el tipo de cambio responden a las condiciones del mercado internacional de divisas, en tanto que los cambios en los precios de los insumos primarios responden en gran medida a las disputas dentro de la economía en relación con la distribución de las ganancias (o pérdidas) en la competitividad sectorial y nacional. La diferencia entre estos dos tipos de ajuste no es trivial. No es sólo importante el hecho de que responden a distintos mecanismos, sino también que tienen un efecto diferente sobre los diferentes sectores, y en consecuencia sobre la economía en su conjunto.

Dejando de lado las diferencias mencionadas arriba, una característica común de los distintos tipos de ajustes "monetarios" es que, al alterar los costos domésticos medidos en

27. Por insumos primarios entendemos aquellos que no son ellos mismos resultado de procesos de producción previos.

moneda extranjera, todas las firmas en todos los sectores verán su competitividad internacional afectada. Lo que es más, en la mayoría de los sectores, habrá algunas firmas cuyos costos son suficientemente cercanos a los costos mundiales promedio que verán sus ventajas (o desventajas) comparativas revertidas. El efecto de largo plazo de estos ajustes "monetarios" en el balance comercial agregado del país será el efecto combinado de dos cosas: primero, de su impacto en la actividad macroeconómica agregada y sus implicaciones en demandas sectoriales; y, segundo, del efecto en la competitividad de cada sector. Esto último dependerá por su parte de la estructura de costos de las firmas en cada sector, y de la distribución de los costos de las firmas. Estos dos efectos combinados determinarán los cambios en los balances comerciales sectoriales, los cuales en el agregado determinan el cambio en la balanza comercial del país en su conjunto. Ya sea que los ajustes sean por la vía del tipo de cambio o de los precios de los insumos primarios, la tendencia será a neutralizar las implicaciones comerciales de las ventajas comparativas y equilibrar la balanza comercial.

Finalmente, en relación con el efecto de estos procesos en los patrones de especialización, todas las consideraciones anteriores también son relevantes. Sin embargo, con las salvedades que dichas consideraciones puedan introducir, se podría esperar que los patrones de especialización se preserven en la mayoría de los sectores, a pesar de los ajustes monetarios. Las apreciaciones de la moneda, por ejemplo, operarán en contra de la competitividad de todos los sectores de una economía. Sin embargo, sólo en aquellos sectores en los que la competitividad es cercana al promedio sectorial mundial, es probable

que se observen cambios en el signo de las balanzas comerciales sectoriales. Esto es, una reversión en los patrones de especialización.²⁸

V. Modelos evolutivos sobre comercio y tecnología

En esta sección presentamos dos modelos que exploran con mayor rigor algunas de las relaciones planteadas en el argumento verbal de la sección anterior. Estos modelos sólo analizan algunos aspectos relacionados con dicho argumento y de ninguna manera constituyen una formalización completa de una teoría evolutiva de la relación entre tecnología y comercio. Sin embargo, arrojan luz sobre aspectos importantes de esta relación.

El primer modelo corresponde a Verspagen (1993). El argumento es en gran medida macroeconómico, pero explora en detalle el papel de la diversidad y de las asimetrías a nivel sectorial. La estructura del modelo es explícitamente evolutiva: se introducen la diversidad tecnológica y las diferencias institucionales entre países y a través de sectores, y el mercado se conceptualiza como un ambiente de selección. La dinámica de la economía internacional se modela mediante un sistema de ecuaciones diferenciales.

El segundo modelo fue desarrollado por Metcalfe (1989). Este modelo se centra en la dimensión microeconómica del proceso evolutivo de selección entre tecnologías que compiten en un contexto de comercio internacional. El modelo se usa para resaltar la relación de este proceso con los cambios en los patrones de ventaja comparativa dinámica

28. Así, por ejemplo, entre dos países que comercian, en aquellos sectores en los que la brecha tecnológica es relativamente grande, el patrón bilateral de especialización tenderá a no ser sensible a cambios en precios de los insumos y en la tasa de cambio.

y especialización. En el modelo, la presión selectiva del mercado sobre las tecnologías en competencia es el mecanismo regulador que guía la evolución de los patrones de comercio internacional.

A. El modelo de Verspagen de cambio tecnológico, comercio y crecimiento.

Este modelo analiza el crecimiento económico y los cambios en los patrones de especialización y centra su atención en las asimetrías entre países en productividad, aprendizaje y elasticidades ingreso. En el modelo, el mercado opera como un mecanismo de selección que afecta a las participaciones de cada país en el mercado mundial de cada sector. El cambio tecnológico se introduce en forma de incrementos sectoriales en productividad.

El modelo es dinámico y consiste de un sistema de ecuaciones diferenciales, con el cual se explora, mediante simulación, el curso de variables como tasas de crecimiento e índices de especialización. De esta manera puede estudiarse el comportamiento del sistema en respuesta a la introducción de distintas asimetrías.

Nos ocuparemos aquí únicamente de aquellos aspectos del modelo que consideramos más relevantes y de aquellas partes de la especificación que es indispensable exponer para dar una idea general de su estructura.²⁹

El modelo considera múltiples bienes y países. Se supone que todos los bienes son producidos sólo con trabajo y que no hay ganancias. Para cada variable, el subíndice i denota

29. La especificación completa del modelo se encuentra en Verspagen (1993), pp. 165-194.

al país y el subíndice j denota al sector y al bien asociado a éste. El precio del bien j producido en el país i , medido en moneda del propio país está dado por:

$$P_j^i = \frac{W^i}{a_j^i} \quad (1)$$

donde w^i es el salario nominal y a_j^i la productividad del trabajo.

Tomando la especificación más simple que consiste en suponer que la competencia en mercados internacionales es únicamente vía precio, la competitividad (o aptitud) del país i en el sector j estará dada por:

$$E_j^i = \frac{1}{\epsilon^i P_j^i} \quad (2)$$

donde ϵ^i representa la tasa de cambio en términos de una moneda internacional.

El proceso de selección se analiza en términos de la penetración de importaciones en el mercado para cada bien dentro de cada país:

$$m_j^i = \frac{M_j^i}{C_j^i} \quad (3)$$

donde M_j^i denota importaciones reales y C_j^i representa el consumo total del bien j en el país i .

Denotando por m_{kj}^i la penetración el país k en las importaciones de bien j provenientes del país i , podemos representar la aptitud promedio de los productores mundiales del bien j en el mercado del país i de la siguiente forma:

$$\bar{E}_j^i = E_j^i (1 - \sum_k^{k \neq i} m_{kj}^i) + \sum_k^{k \neq i} E_{kj} m_{kj}^i \quad (4)$$

El primer término de la derecha es la aptitud del país i en su propio mercado, mientras que el segundo es la aptitud del resto del mundo en ese mismo mercado, la cual se denotará por E_{wj}^i . En el presente caso, en el que el precio es el único modo de competencia, la aptitud promedio es igual al precio promedio.

Es importante enfatizar que todas las variables anteriores estarán cambiando con la evolución del sistema. Para representar este proceso, deberían llevar el subíndice t y hacer explícito que, en general, tendrán un valor distinto en cada momento. Sin embargo, hemos omitido este subíndice para evitar notación excesiva y solamente lo utilizaremos cuando sea estrictamente necesario, como es el caso en la siguiente ecuación que expresa la operación del mecanismo de selección:

$$m_{j_t}^i = m_{j_{t-1}}^i + m_{j_{t-1}}^i \Phi \left(\frac{E_{wj_t}^i}{\bar{E}_j^i} - 1 \right) ; \quad 0 < \Phi < 1 \quad (5)$$

Siempre que la competitividad sectorial de un país en su propio mercado está por debajo del promedio, la penetración de importaciones aumenta, y lo contrario ocurre cuando la competitividad está por arriba del promedio.

Con respecto a la demanda, se introduce la siguiente función, para reflejar el hecho de que a medida que el ingreso real aumenta, las participaciones de cada bien en el gasto también cambian:

$$\frac{\partial S_j^i}{\partial R^i} = S_j^i \sum_{n=1}^J \tau_{nj} (S_n^i - S_n^{i*}) - (S_j^i - S_j^{i*}) \sum_{n=1}^J \tau_{jn} S_n^i \quad (6)$$

donde R^i es el ingreso real del país (ingreso nominal dividido por el índice de precios del consumidor), S_n^i son las participaciones del bien n , ($n = 1, 2, \dots, J$), en el consumo total del país i y S_n^{i*} representa la participación en el consumo cuando el ingreso del país es infinitamente grande. Este último término captura la idea de una tendencia a la saturación de la demanda para todos los bienes. Finalmente, las τ 's son parámetros, con τ_{jj} igual a cero y todos los demás mayores o iguales a cero. Bajo esta especificación, la participación en el consumo de un bien, partiendo de consumo cero, describe un patrón en forma de S. Esto intenta de capturar la idea de Pasinetti de que el crecimiento del ingreso es el factor dominante que moldea los patrones de demanda de bienes.³⁰

Hay otros elementos de la especificación del modelo que por razones de espacio sólo podemos mencionar brevemente. Se supone comercio balanceado y un ajuste parcial de las tasas de cambio hacia un nivel consistente con la paridad en el poder de compra. En cada país, el nivel de empleo en cada sector se determina por el nivel de actividad macroeconómica, que depende a su vez de la demanda agregada. Los cambios en los salarios en cada período se suponen directamente relacionados con la productividad e inversamente relacionados con la tasa de desempleo de los países. Finalmente, el cambio tecnológico se modela como aumento en la productividad dentro de cada sector. Esto se hace mediante las siguientes funciones sectoriales que son similares a la función agregada de progreso técnico de Kaldor.³¹

30. Pasinetti (1981).

31. Kaldor (1957).

$$\hat{a}_j^i = \lambda_j^i (\hat{Q}_j^i)^{1/\gamma_j^i}; \quad \lambda_j^i > 0, \quad \gamma_j^i > 0 \quad (7)$$

donde $\hat{\cdot}$ denota tasa de crecimiento, Q_j^i es producto físico del bien j en el país i , y λ_j^i y γ_j^i son parámetros de aprendizaje específicos al país y al sector. En esta forma el carácter acumulativo del cambio tecnológico se incorpora en el modelo, y se abre la posibilidad de círculos de causación acumulativa como los que se describieron en la sección anterior.

Para analizar los efectos de diferentes asimetrías, Verspagen realiza una serie de simulaciones en un modelo de tres países y dos sectores. Centraremos nuestra atención en sus conclusiones respecto a los efectos de los cambios en los patrones de especialización sobre las tasas de crecimiento de los países.

Los puntos básicos que emergen de las simulaciones son los siguientes. El modelo exhibe rendimientos crecientes: hay factores de escala que llevan a mayor crecimiento del ingreso. Estos rendimientos están asociados a dos factores principales: el tamaño de los sectores y el aprendizaje. De tal suerte que, con idénticos coeficientes de aprendizaje entre sectores, el crecimiento será mayor en una situación en la que hay sectores relativamente más grandes que cuando todos los sectores son del mismo tamaño. Este resultado se mantiene independientemente de que el mayor tamaño de los sectores este asociado a especialización comercial. Segundo, en relación con el aprendizaje, si un país se especializa en un sector en el que tiene ventajas de aprendizaje, esto desatará efectos que se traducirán en mayores tasas de crecimiento. La introducción de asimetrías entre países, ya sea en la estructura de consumo o en las tasas de aprendizaje, o en ambas, genera diferenciales de crecimiento. Hay en el modelo efectos de retroalimentación sobre la competitividad originados por el aprendizaje acumulativo y la dinámica salarial que se mueven en sentidos opuestos. Estos

efectos se contrarrestan entre sí en distinto grado a lo largo de la evolución del sistema. Por consiguiente, a lo largo de los distintos períodos para los que se hace la simulación, las tasas de crecimiento de los países muestran patrones cíclicos; el diferencial de crecimiento entre los países no sólo varía, sino que puede incluso cambiar de signo. Finalmente, con respecto al comercio, la naturaleza acumulativa del cambio tecnológico lleva a patrones de especialización que pueden asociarse a diferentes tasas de aprendizaje o a diferencias en los patrones de consumo, o a una combinación de ambos.

C. El modelo de Metcalfe de selección evolutiva y comercio

El siguiente modelo, desarrollado por Metcalfe (1989), analiza a nivel micro las implicaciones de la diversidad tecnológica en el comercio internacional. Se enfoca, en particular, en el papel del proceso de selección en cambiar el peso relativo de distintas tecnologías, y en cómo este proceso se relaciona con la dinámica de la especialización en el comercio. La diversidad tecnológica se modela en términos de diferencias en costos unitarios en firmas que compiten en la producción de un mismo bien homogéneo. No hay cambio tecnológico en el sentido estricto de la palabra, ya que no hay ni innovación ni imitación. Sin embargo, como veremos más adelante, el proceso de selección lleva a una disminución en el costo promedio del sector. El modelo utiliza un marco explícitamente evolutivo que puede acomodar distintos tipos de ambiente de mercado y puede ser utilizado para analizar distintas dimensiones de la diversidad que caracteriza a las firmas que compiten entre sí.

Se consideran dos países *A* y *B*. Como punto de partida se analiza una sola industria y un bien homogéneo que puede ser producido con una multiplicidad de tecnologías distintas. Por simplicidad, se asocia cada tecnología con una firma individual. Se supone que la distribución de estas tecnologías es distinta en los dos países. Como se mencionó arriba, el conjunto tecnológico se toma como dado: no hay cambio tecnológico ni movilidad de capital.

Se supone que el mercado internacional crece en los dos países a una tasa uniforme igual a g_d . El ambiente se caracteriza por mercados internacionales completamente integrados en el que la selección opera de manera continua, la presión selectiva es tal que la ley de un solo precio prevalece:

$$P = P^A = \epsilon P^B \quad (8)$$

y hay una regla fuerte de banca rota:³²

$$h_r^A \leq P, \quad h_r^B \leq \epsilon P \quad (9)$$

en donde P es el precio internacional, P^A y P^B son los precios en los países *A* y *B* respectivamente, ϵ es la tasa de cambio del país *B* en términos de la moneda de *A*; y h_r^A y h_r^B son los costos unitarios de una firma particular r en los países *A* y *B*, respectivamente.

De modo que, en un punto en el tiempo, el costo promedio de cada país es igual al promedio ponderado de los costos unitarios de todas las tecnologías individuales que se utilizan:

32. Cualquier firma que tenga ganancias negativas abandona la industria. Nótese que la especificación del ambiente de mercado implica que el producto será igual a la capacidad de todas las firmas; con excepción de aquellas que se encuentran en el margen, para las cuales esto puede no ocurrir.

$$\bar{h}^A = \sum_r s_r^A h_r^A \quad (10a)$$

$$\bar{h}^B = \sum_r s_r^B h_r^B \quad (10b)$$

donde las S_r^j denotan las participaciones de diferentes tecnologías en el producto de sus respectivos países.

El proceso de selección sobre las diferentes tecnologías lleva a diferencias en rentabilidad, que redundan en un crecimiento diferencial de cada tecnología. El grado en el que las ganancias se traduzcan en crecimiento dependerá de la propensión de las firmas a acumular. Para aislar el efecto de la diversidad de tecnologías, la propensión a acumular a partir de las ganancias se supone igual entre firmas y países, de modo que la tasa de crecimiento de una tecnología en un país está dada por:

$$g_r^A = f(P - h_r^A) \quad (11a)$$

$$g_r^B = f(P - \epsilon h_r^B) \quad (11b)$$

en donde f denota la propensión a acumular. Las tasas de crecimiento de la capacidad sectorial en cada país están dadas pues por:

$$g^A = \sum_r s_r^A g_r^A \quad (12a)$$

$$g^B = \sum_r s_r^B g_r^B \quad (12b)$$

El desempeño internacional de un país en una industria se mide por su participación en la producción mundial.³³ Sea e la participación del país A en la producción mundial. Como $(1-e)$ es la participación de B , podemos concentrarnos en ver lo que pasa con A . El cambio en la participación del país A estará cambiando a una tasa igual a:

$$\frac{de}{dt} = e[g^A - g] \quad (13)$$

en donde $g = eg^A + (1-e)g^B$ es la tasa de crecimiento de la capacidad mundial.

Substituyendo (10) en (12) y notando que $\bar{h} = e\bar{h}^A + (1-e)\bar{h}^B$ es el costo unitario promedio mundial, la ecuación (13) puede reescribirse:

$$\frac{de}{dt} = e[\bar{h} - \bar{h}^A] \quad (14)$$

Esta ecuación expresa, a nivel agregado, el proceso de selección que opera a nivel microeconómico. Si el costo promedio unitario del país está por debajo del promedio mundial, el país aumentará su participación en el mercado mundial de la industria, y lo contrario ocurrirá si está por arriba del promedio mundial.

El proceso selectivo opera incrementando el peso económico de las tecnologías más eficientes:

$$\frac{ds_r^A}{dt} = s_r^A f(\bar{h}^A - h_r^A) \quad (15)$$

33. Afirmaciones sobre participaciones en la producción pueden traducirse directamente en términos de participaciones en mercados de exportación. Véase Metcalfe (1989), p. 220.

De esta forma, se reduce continuamente el costo promedio unitario de cada país, y se inducen cambios en sus ventajas selectivas relativas:

$$\frac{d\bar{h}^A}{dt} = \sum_r \left(\frac{ds_r^A}{dt} \right) h_r^A \quad (16)$$

En un contexto de dos países y múltiples industrias, el argumento desarrollado hasta ahora lleva a una reformulación dinámica del argumento de la cadena de ventajas comparativas. Si denotamos el costo unitario promedio del país i en el sector j como \bar{h}_j^i , en cualquier momento en el tiempo, es posible ordenar todos los sectores en términos de los costos promedio relativos de los dos países, con el tipo de cambio rompiendo la cadena:

$$\frac{\bar{h}_1^A}{\bar{h}_1^B} < \dots < \frac{\bar{h}_r^A}{\bar{h}_r^B} < \epsilon < \frac{\bar{h}_{r+1}^A}{\bar{h}_{r+1}^B} < \dots < \frac{\bar{h}_n^A}{\bar{h}_n^B} \quad (17)$$

Del argumento anterior sigue que el país A tendrá ventaja selectiva en todos aquellos bienes a la izquierda de la tasa de cambio y que estará ganando participación de mercado en dichos bienes, en tanto que lo mismo prevalecerá para el país B con respecto a los bienes que se encuentran a la derecha. Pero, como también muestra el modelo, el proceso de selección cambia continuamente los costos promedio. De modo que, en aquellos sectores para los cuales la razón de costos unitarios es cercana al tipo de cambio, un país puede pasar de tener una ventaja comparativa dinámica positiva a una negativa y viceversa.

Este punto se puede ver claramente en un modelo de dos bienes. Supondremos que en el momento t el país A tiene ventaja selectiva en el bien 1 y que el país B la tiene en el país 2. Esto es:

$$\frac{\bar{h}_1^A}{\bar{h}_1^B} < \epsilon < \frac{\bar{h}_2^A}{\bar{h}_2^B}$$

Por simplicidad suponemos que el tipo de cambio ϵ es fijo. La ecuación (14) puede escribirse como:

$$\frac{de_i}{dt} = e_i(\bar{h}_i - \bar{h}_i^A) = e_i(1 - e_i) f[\epsilon \bar{h}_i^B - \bar{h}_i^A] ; \quad i=1,2 \quad (18)$$

$\epsilon \bar{h}_i^B - \bar{h}_i^A$ expresa la ventaja selectiva del país A respecto del país B en el bien i y se

denotará por Δ_i . Nótese también que

$$\frac{d\bar{h}_i^A}{dt} = \sum_r \frac{dS_{ri}^A}{dt} h_{ri}^A = -fV(h_i^A)$$

donde $V(h_i^A)$ es la varianza de costos unitarios para $h_{ri}^A < P_i$.

Análogamente para B $\epsilon \frac{d\bar{h}_i^B}{dt} = -f\epsilon^2 V(h_i^B)$, y $V(h_i^B)$ es la varianza de costos unitarios.

Por lo tanto,

$$\frac{d\Delta_i}{dt} = f[V(h_i^A) - \epsilon^2 V(h_i^B)] \quad (19)$$

Esto significa que "la ventaja selectiva del país A aumenta o disminuye dependiendo de que la varianza de costos unitarios del conjunto tecnológico en A sea mayor o menor que la varianza correspondiente en el país B , cuando ambas varianzas son medidas en la moneda

doméstica {de A }"³⁴. En consecuencia, una situación persistente en la que $\frac{d\Delta_1}{dt} < 0$ y

$\frac{d\Delta_2}{dt} > 0$ eventualmente llevará a una reversión en las ventajas selectivas de los dos

países. A este respecto, vale la pena enfatizar cuatro puntos. Primero, en general, la pérdida de ventaja selectiva de los dos países no será simultánea. En consecuencia, uno de los países puede tener ventaja selectiva en ambos bienes por un período de tiempo. Segundo, las ventajas selectivas por si mismas no nos dicen nada acerca de los balances netos de los países en los bienes en cuestión. Estas únicamente nos informan sobre la dirección en la que dichos balances se están moviendo. Tercero, a medida que las varianzas de los costos unitarios cambian con el proceso de selección, se pueden reforzar o contrarrestar las tendencias en las ventajas selectivas de los países. Por último, en la medida en que el tipo de cambio y los precios respondan a los desequilibrios en los balances comerciales agregados, sus movimientos también afectarán las ventajas selectivas y la forma en que éstas se mueven en el tiempo.

Claramente, situaciones en las que uno de los dos países exporta ambos bienes, mientras que el otro tiene un déficit comercial, no serán sostenibles, ya que las reservas de divisas, el crédito y los activos domésticos que pueden ser vendidos se agotarán eventualmente. Un equilibrio internacional sólo es posible cuando cada país tiene ventaja selectiva en un bien diferente.

34. Metcalfe (1989), pp. 225-226, traducción del autor.

En un escenario como el que se ha supuesto en el modelo, en el cual no hay cambio tecnológico, el proceso de selección lleva al costo promedio de cada país hacia el nivel de la mejor práctica. Si se impone la restricción de largo plazo de comercio balanceado, el sistema tenderá a una situación terminal en la cual cada país se especializa en aquellos bienes en los que tiene una ventaja comparativa en la mejor práctica. Sin embargo, en una situación más realista, la innovación y la imitación cambiarán continuamente las condiciones que definen ese equilibrio terminal.

6 Consideraciones finales

El argumento central de este documento ha sido que la relación entre cambio tecnológico y comercio puede ser provechosamente analizada en el contexto de un proceso evolutivo que tiene lugar a niveles distintos pero interrelacionados. Al nivel más agregado, este proceso se relaciona con los patrones de crecimiento, con la evolución de la balanza comercial, con los movimientos en tasas de cambio y con los cambios en la posición competitiva de los países involucrados en relaciones comerciales. Los aspectos más microeconómicos del proceso son aquellos asociados con la competencia entre firmas individuales y tecnologías en mercados internacionales y con la forma en que la estructura de las industrias y la tecnología cambian.

El argumento general de la sección 4 sobre el comercio y los dos modelos revisados enfatizan la relación que existe entre los distintos niveles a los que la evolución de los patrones de comercio y el desarrollo de la tecnología pueden ser observados: los fenómenos macroeconómicos surgen como un agregado de comportamientos microeconómicos y, al

mismo tiempo, lo que ocurre en las variables agregadas, como tipos de cambio y tasas de crecimiento económico, es un determinante fundamental de la evolución a nivel microeconómico.

Los modelos formales de la sección 5 analizaron en detalle algunos de los temas tocados en el argumento evolutivo más general. Esto requirió recurrir representaciones estilizadas de fenómenos complejos; pero, a cambio, permitió poner las ideas dentro de una estructura más rigurosa y estructurada. El modelo de Verspagen exploró las implicaciones de la interdependencia internacional y arrojó luz sobre la importancia de las asimetrías internacionales en tecnología y estructuras de demanda, así como sobre la relevancia de la dinámica de salarios y cambio tecnológico en la evolución de los patrones de comercio y el crecimiento de los ingresos relativos de los países. Por su naturaleza agregada, el modelo no toma en cuenta la diversidad que existe al nivel de firmas y tecnologías al interior de cada sector. Esta limitación se refleja en la tendencia del modelo a generar situaciones de especialización completa. La cuestión de la diversidad intrasectorial es analizada en el modelo de Metcalfe. Este modelo, al analizar la operación del proceso de selección, ilustra el hecho de que la presencia de firmas con costos diferentes dentro de cada sector es la base de la especialización incompleta que caracteriza al comercio internacional.

Dos mensajes generales emergen de los argumentos presentados. Primero, la naturaleza abierta del curso que sigue la evolución del sistema económico internacional. Segundo, la relevancia del cambio tecnológico, y de los mecanismos que lo generan. En relación con el cambio tecnológico es importante mencionar que, mientras que la diversidad sectorial ha sido manejable en modelos formales, la introducción del cambio tecnológico, el

otro mecanismo que guía el proceso evolutivo, es más problemática. El tratamiento de Verspagen se basa en la introducción de parámetros de cambio tecnológico, lo cual no es del todo satisfactorio. Este tratamiento ayuda a explorar algunas de las relaciones entre comercio y cambio tecnológico, pero no permite avanzar mucho en la comprensión del proceso de cambio tecnológico y de su relación con la evolución del comercio.

La teoría evolutiva sobre el comercio internacional y el cambio tecnológico se ha desarrollado mediante la elaboración de modelos formales que han explorado sobre todo el proceso de selección que se haya detrás de la competencia internacional. También se han realizado importantes avances en el terreno de los estudios empíricos sobre la relación entre cambio tecnológico y desarrollo a nivel agregado. Dos frentes de investigación son de suma importancia para el desarrollo del argumento evolutivo esbozado en este documento: por un lado, se requiere continuar con la elaboración de modelos formales que exploren las implicaciones de la operación de los diversos mecanismos descritos en el argumento general de la sección 4. En particular, es necesario el estudio de la interacción de los procesos de innovación y difusión con el proceso competitivo a nivel internacional. Por otro lado, en el terreno de la investigación empírica, es de suma importancia que, a nivel microeconómico, se profundice en el estudio de la forma en que las tecnologías emergen y se difunden y en analizar el papel que juega este proceso en la evolución de los flujos de comercio y en la competencia internacional.

Bibliografía

- Amable, B. (1993). 'National effects of learning, international specialization and growth paths'. In C. Freeman, and D. Foray (eds.). (1993). *Technology and the Wealth of Nations: the Dynamics of Constructed Advantage*. New York, St. Martin's Press, pp. 173-188.
- Atkinson, A. B. and Stiglitz, J. E. (1969). 'A new view of technological change'. *Economic Journal*, 79, pp. 573-578.
- Chesnais, F. (1991). 'Technological competitiveness considered as a form of structural competitiveness'. In J. Niosi (ed.). (1991). *Technology and National Competitiveness*. McGill, Queen's University Press, pp. 143-176.
- Cimoli, M. (1988). 'Technology gaps and institutional asymmetries in a North-South model with a continuum of goods'. *Metroeconomica*, 39(3), pp. 245-274.
- Cimoli, M. and Soete, L. (1988). 'A generalized technology gap trade model', Nota di lavoro n. 8808, Dipartimento di Scienze Economiche, Università degli studi di Venezia.
- Clark, Norman and Juma, Calestous (1987). *Long Run Economics: An Evolutionary Approach to Economic Growth*. London, Pinter Publishers.
- Deardorff, A. V. (1984). 'Testing trade theories and predicting trade flows'. In R. Jones and P. Kenen, (eds.). (1984), *Handbook of International Economics*. North Holland. Vol.1, pp. 467-517.
- Dosi, Giovanni; Pavitt, Keith and Soete, Luc (1990). *The Economics of Technical Change and International Trade*. London, Harvester Wheatsheaf.
- Dosi, G.; Zysman, J. and Tyson, L. (1990). 'Technology, trade policy and Schumpeterian efficiencies'. In de la Mothe, J. and Ducharme, L. M. (eds.). (1990). *Science Technology and Free Trade*. London and New York, Pinter Publishers, pp. 19-38.
- Freeman, Christopher (1982). *The Economics of Industrial Innovation*. Second Edition, London, Frances Pinter (Publishers).
- Freeman, C. (1990). 'Preface'. In de la Mothe, J. and Ducharme, L. M. (eds.). (1990). *Science Technology and Free Trade*. London and New York, Pinter Publishers, pp. xi-xiii.
- Grossman, G. M. and Helpman, E. (1995) "Technology and Trade", CEPR discussion paper, No. 1134, London.

- Grossman, G. M. and Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge (Mass.), London, The MIT Press.
- Gruber, W. H. and Vernon, R. (1967). 'The R&D factor in international trade and international investment in the United States industries'. *Journal of Political Economy*, 75(1), pp. 20-37.
- Hirschleifer, J. (1977). 'Economics from a biological view point'. *Journal of Law and Economics*, 20(1), pp. 1-52.
- Hodgson, Geoffrey M. (1993). *Economics and Evolution. Bringing Life Back into Economics*. Cambridge (England), Polity Press.
- Hufbauer, G. C. (1966). *Synthetic Material and the Theory of International Trade*. London. Gerald Duckworth & Co. LTD.
- Hufbauer, G. C. (1970). 'The impact of national characteristics & technology on the commodity composition of trade in manufactured goods'. In R. Vernon (ed.). (1970), pp. 145-231.
- Jones, R. (1965). 'The structure of simple general equilibrium models'. *Journal of Political Economy*, 73(6), Dec., pp. 557-572
- Jones, R. (1970). 'The role of technology in the theory of international trade'. In R. Vernon (ed.). (1970), pp. 73-94.
- Kaldor, N. (1957). 'A model of economic growth'. *The Economic Journal*, 67, pp. 591-624.
- Kaldor, N. (1970). 'The case for regional policies'. *Scottish Journal of Political Economy*, 17, pp. 337-348.
- Krugman, P. (1979). 'A model of innovation, technology transfer, and world distribution of income'. *Journal of Political Economy*, 87(2), pp. 253-266.
- List, Friederich (1841). *National System of Political Economy*. Philadelphia, J. B. Lippincott and Co., 1856.
- Lucas (1988). 'On the mechanisms of economic development', *Journal of Monetary Economics*. 22, pp. 3-42.
- Marshall, Alfred (1920). *Principles of Economics*. 8th. edition, London, Macmillan.

- Matthews, R. C. O. (1984). 'Darwinism and economic change'. In Collard, D. et. al. *Economic Theory and Hicksian Themes*. Oxford, Oxford University Press, p. 91-117.
- Metcalfe J. S. (1989). 'Trade, technology and evolutionary change'. In Harrington, R., et. al. (1989). *Money, Trade and Payments*. MIT Press, pp. 210-234.
- Metcalfe, J. S. and Soete, L. (1984). 'Notes on the evolution of technology and international competition'. In M. Gibbons, et. al (eds.). (1984) *Science and Technology Policy in the 1980s and Beyond*. London and New York, Longman, pp. 270-296.
- Myrdal, Gunnar (1957). *Economic Theory and Underdeveloped Regions*. London, Duckworth.
- Nelson, Richard (1987). *Understanding Technical Change as an Evolutionary Process*. North-Holland.
- Nelson, R. and Rosenberg, N. (1993). 'Technical innovation and national systems'. In R. Nelson (ed.). (1993). *National Innovation Systems*. New York, Oxford. Oxford University Press. 1993, pp. 3-21.
- Nelson, Richard and Winter, Sidney (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge Mass., Cambridge University Press.
- Pasinetti, Luigi L. (1981). *Structural Change and Economic Growth. A theoretical essay on the dynamics of the wealth of nations*. Cambridge University Press.
- Perroux. F. (1969). *L'Economie au XX^e Siecle*. 3rd. edition, Paris, Presses Universitaires de France.
- Posner, M. V. (1961). 'International trade and technical change'. *Oxford Economic Papers*, 13(3), pp. 323-341.
- Romer, P. M. (1986). 'Increasing returns and long run growth' *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.
- Romer, P. M. (1990). 'Endogenous technological change'. *Journal of Political Economy*, (supplement), 98, pp. S71-S102.
- Scherer, F. M. (1992). *International High Technology Competition*. London, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- Soete, L. (1981). 'A general test of the technology gap theory'. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 117, pp. 638-660.

- Soete, L (1987). 'The impact of technological innovation on international trade patterns: The evidence reconsidered'. *Research Policy*, 16, pp. 101-130.
- Storper, M. (1992). 'The limits to globalization: technology districts and international trade', *Economic Geography*, 68, pp. 60-93.
- Thirlwall, A. P. (1988). *Kaldor's Vision of the Growth and Development Process*. Paper prepared for a Conference in Honour of Kaldor at the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 2-5 September, 1988.
- Verdoorn, P. J. (1949). 'Appendix: factors that determine the growth of labour productivity'. Translation by A. P. Thirlwall, in Perkins, J. and Hoa, T. (eds.). *National Income and Economic Progress: Essays in Honour of Colin Clark*. Macmillan, pp. 199-207.
- Vernon, R. (1966). 'International investment and international trade in the product cycle'. *Quarterly Journal of Economics*, 80(2), pp. 190-207.
- Verspagen, Bart (1993). *Uneven Growth Between Interdependent Economies: Evolutionary View on Technology Gaps, Trade and Growth*. Hants (Engl.), Avebury, Ashgate Publishing Ltd.
- Zysman, J.; Tyson L.; Dosi G., and Cohen, S. S. (1990). "Trade technology and national competition". In E. Deiacco, et. al. (eds.). (1990). *Technology and Investment. Crucial Issues for the 1990s*. London, Pinter Publishers, pp. 185-211.