



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

## La interacción entre comercio internacional y crecimiento económico

Mònica Pigem i Vigo



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència Reconeixement- NoComercial – SenseObraDerivada 4.0. Espanya de Creative Commons.

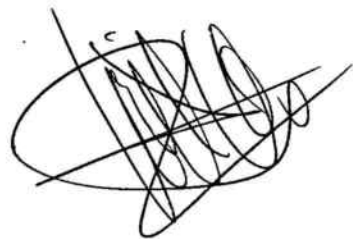
Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia Reconocimiento - NoComercial – SinObraDerivada 4.0. España de Creative Commons.

This doctoral thesis is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0. Spain License.

***LA INTERACCIÓN ENTRE COMERCIO INTERNACIONAL  
Y CRECIMIENTO ECONÓMICO***

***Mònica Pigem i Vigo***

**Barcelona, 2005**

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, located in the lower right quadrant of the page.

***LA INTERACCIÓN ENTRE COMERCIO INTERNACIONAL Y  
CRECIMIENTO ECONÓMICO***

Tesis presentada por **Mònica Pigem i Vigo** para optar al título de Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales. Programa de Doctorado en Economía. Bienio 1996-98.

**Dirigida por el Dr. Antonio Manresa Sánchez**

**Departamento de Teoría Económica**

**Universidad de Barcelona**

**Octubre 2005**

*Als meus pares.*

La elaboración de esta tesis ha sido posible gracias a la ayuda de varias personas a las que, en estas líneas, quiero expresar mi agradecimiento:

A *Antonio Manresa Sánchez*, Director de la Tesis, por sus orientaciones y sugerencias en el desarrollo de la misma.

A *Carmen Álvarez*, compañera y amiga, por su inestimable ayuda y apoyo incondicional sin el cual no hubiese tenido la fuerza suficiente para realizarla.

A *Fernando Perera*, quien con sus valiosos consejos ha contribuido a la ejecución de este proyecto.

A los compañeros del Departamento de Teoría Económica en Empresariales, por sus muestras constantes de apoyo a lo largo del trabajo.

Finalmente a mi familia, presente y ausente, y en especial a mis padres y a Jose, por su motivación, paciencia y compañía en los momentos más difíciles.

# Índice

## **CAPÍTULO 1. Comercio Internacional y Crecimiento Económico.**

<b>Resultados Empíricos y Teóricos</b> .....	1
1.1. Evolución del Comercio Internacional. Especialización Vertical .....	4
1.2. Las Teorías del Comercio Internacional.....	7
1.3. Comercio Internacional y Crecimiento Económico .....	14
1.3.1. Modelos Clásicos .....	15
1.3.2. Modelos Neoclásicos .....	16
1.3.3. Modelos de Crecimiento Endógeno .....	19
1.3.4. Clasificación de los Modelos de Crecimiento y Comercio .....	25
1.4. Objetivo de la Tesis .....	29
Bibliografía .....	36

## **CAPÍTULO 2. El Comercio Internacional como Único Motor de Crecimiento Sostenido** .....

2.1. Introducción .....	44
2.2. Los Modelos .....	50
2.3. La Situación de Autarquía .....	53
2.3.1. Modelo 1: Progreso Tecnológico Aumentador del Factor Trabajo .....	55
2.3.2. Modelo 2: Progreso Tecnológico Aumentador del Factor Capital.....	56
2.4. La Situación de Libre Comercio .....	57
2.4.1. Modelo 1: Progreso Tecnológico Aumentador del Factor Trabajo .....	57
2.4.2. Modelo 2: Progreso Tecnológico Aumentador del Factor Capital.....	61
2.5. Conclusiones .....	65
Bibliografía .....	67
Apéndice .....	85

<b>CAPÍTULO 3. Aprendizaje por la Práctica y la Transmisión del Crecimiento a través del Volumen Comercial</b> .....	87
3.1. Introducción .....	89
3.2. El Modelo .....	97
3.3. La Situación de Autarquía .....	101
3.4. La Situación de Libre Comercio .....	105
3.4.1. Especialización Completa .....	106
3.4.2. Especialización Incompleta .....	111
3.5. Conclusiones .....	118
Bibliografía .....	120
Apéndice .....	122

<b>CAPÍTULO 4. Calidad Relativa de los Bienes Intermedios Exportados e Importados y la Transmisión del Crecimiento a través de los Términos de Intercambio</b> .....	143
4.1. Introducción .....	145
4.2. El Modelo .....	151
4.3. La Situación de Autarquía .....	154
4.4. La Situación de Libre Comercio .....	158
4.4.1. Especialización Completa .....	159
4.4.2. Especialización Incompleta .....	162
4.5. Conclusiones .....	165
Bibliografía .....	168
Apéndice .....	170
<b>Conclusiones</b> .....	183

## **CAPITULO 1:**

### **Comercio Internacional y Crecimiento Económico: Resultados Empíricos y Teóricos.**

*Durante los últimos años, la teoría del crecimiento ha pasado a ser una de las áreas de investigación más importantes en economía. Esta tesis se encuadra dentro de esta área, y su objetivo es analizar los efectos del comercio internacional sobre el crecimiento económico de los países, es decir, el comercio internacional como difusor de crecimiento.*

*El comercio internacional, según Solow (1957), generaba efectos positivos en la economía, pero sólo a corto plazo. En trabajos más recientes, el comercio internacional ya aparece como una variable explicativa del crecimiento a largo plazo de los países. Esta afirmación se asocia, básicamente, con la difusión de la tecnología y de los conocimientos que genera el comercio internacional. Sin embargo, subyace la idea de que un país sólo podrá importar crecimiento sostenido a través del comercio siempre y cuando disponga de los mecanismos de absorción tecnológicos necesarios, lo que sugiere que el país es capaz de crecer de forma sostenida por sí mismo. En esta tesis, sin embargo, queremos analizar si un país, que no dispone de ningún tipo de mecanismo de absorción, puede llegar a importar el crecimiento sostenido a través del comercio. También analizamos el caso de un país que dispone de mecanismos de absorción, pero que en autarquía no crece de forma sostenida debido a que en su economía imperan los rendimientos decrecientes. En otras palabras, nuestro objetivo es*



*responder a la cuestión sobre si el comercio puede actuar como motor de crecimiento en países que permanecen estancados en una situación de autarquía y, en caso afirmativo, identificar los mecanismos de propagación del crecimiento sostenido.*

*Resulta conveniente analizar previamente cuál ha sido la evolución, tanto desde el punto de vista empírico como teórico, de la relación entre estas dos ramas de la economía, el comercio internacional y el crecimiento económico.*

*Desde el final de la Segunda Guerra Mundial, las economías mundiales han pasado a ser cada vez más integradas y dependientes entre sí. Este proceso, denominado globalización, se ha manifestado en aumentos sin precedentes de las ratios exportación e importación sobre el PIB. Estos datos evidencian la relevancia del comercio en la evolución económica de los países. Además, una de las características del importante crecimiento del comercio mundial ha sido la especialización de tipo vertical. Los procesos productivos están interrelacionados en un sistema de cadena productiva vertical que se extiende a través de distintos países.*

*Estos cambios resultaron problemáticos para las teorías tradicionales del comercio internacional, puesto que no podían explicarlos de manera satisfactoria. Por tanto, el desarrollo de nuevas teorías se imponía como necesario. La existencia de economías de escala y la diferenciación de productos han sido las aportaciones teóricas más aceptadas por parte de los economistas para explicar los patrones de comercio imperantes en el ámbito mundial. Estas teorías valoraban los efectos positivos del comercio internacional, a través de la difusión internacional de conocimiento, sobre el crecimiento económico de los países. De esta manera, parecía inferirse que, las nuevas*

*pautas de comercio podrían tener su origen en la búsqueda por parte de los países de mayores tasas de crecimiento.*

*Llegados a este punto, cabría hacer un repaso sobre cómo la teoría del crecimiento ha valorado el papel del comercio internacional. Como muestra Afonso (2001), pueden diferenciarse tres periodos muy claros. En el primero, el periodo clásico, imperaba la idea de Adam Smith de que el comercio tenía un efecto positivo sobre el crecimiento. El segundo, el periodo neoclásico, supuso una escisión completa entre las dos teorías. Finalmente, las teorías actuales del crecimiento reconocen el papel decisivo que juega el comercio en la consecución de mayores tasas de crecimiento por parte de los países. Sin embargo, aunque existe la opinión generalizada de que la integración de los países lograría incrementar las tasas de crecimiento a largo plazo, aún resulta difícil para los economistas desarrollar un modelo teórico riguroso que pueda ser calibrado con los datos, y que justifique dicha opinión.*

*En el primer apartado de este capítulo analizaremos a través de los datos de la OCDE la evolución del comercio mundial y las nuevas pautas del comercio, entre las que destaca la especialización vertical. En el segundo apartado repasaremos brevemente las teorías del comercio, y las enmarcaremos en la nueva situación internacional respecto al comercio. El tercer apartado estará dedicado a analizar cómo han valorado las teorías del crecimiento el impacto del comercio internacional sobre las tasas de crecimiento de los países. Por último, el cuarto apartado lo dedicaremos a justificar y describir sucintamente la investigación contenida en esta tesis.*

## **1.1 Evolución del Comercio Internacional. Especialización**

### **Vertical**

Las economías mundiales han pasado a ser cada vez más integradas y dependientes entre sí. La característica más importante de este incremento de la globalización ha sido el crecimiento sin precedentes de las ratios exportación e importación sobre el PIB desde la Segunda Guerra Mundial. En el ámbito mundial, el volumen de exportaciones de mercancías con relación a la producción, se ha más que duplicado en los últimos cuarenta y cinco años. Del mismo modo, el volumen de exportaciones de productos manufacturados se ha casi cuadruplicado en el mismo periodo. Además, la mayor parte de los países, tanto las economías emergentes como las más desarrolladas, comercializan claramente más en la actualidad que en el pasado.

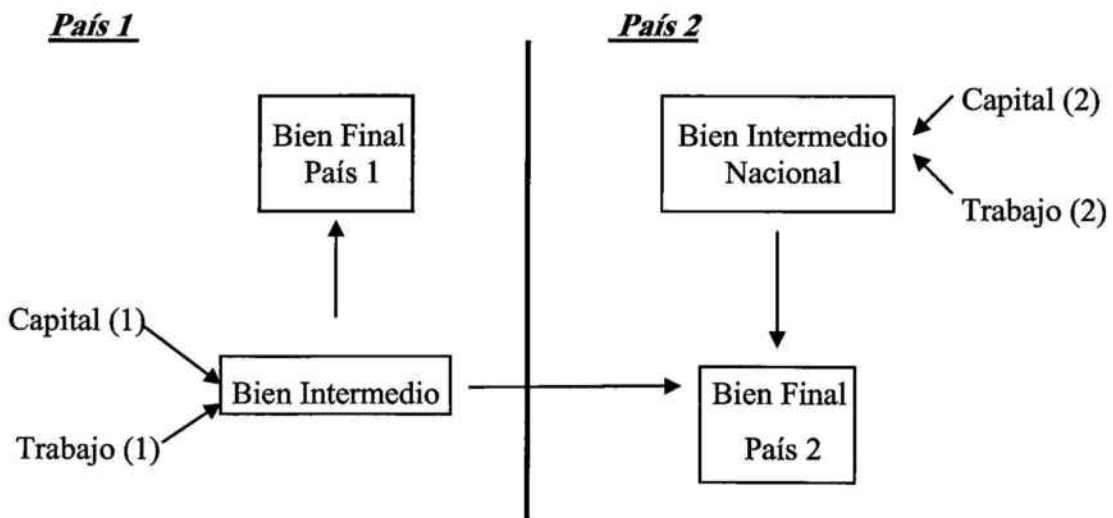
Mientras el comercio internacional ha crecido significativamente, paralelamente se observa que las pautas de este comercio han experimentado cambios significativos. La globalización se asocia con la especialización. Los países se centran en producir un elenco cada vez más reducido de bienes y servicios. Intercambian el resultado de su especialización por otros bienes y servicios. A este respecto, la noción tradicional de especialización ha sido de tipo horizontal – las empresas o países producen un bien o servicio determinado, y luego lo exportan.

No obstante, si miramos los datos, una de las características del importante crecimiento del comercio mundial es la especialización de tipo vertical. Los procesos productivos están interrelacionados en un sistema de cadena productiva vertical que se extiende a través de distintos países. En lugar de concentrar la producción en un único

país, las modernas empresas internacionales utilizan plantas productivas en distintas ciudades. Haciendo esto, las empresas explotan las ventajas locales, tales como la proximidad de los mercados y el acceso a una mano de obra más barata.

Mirando los datos, encontramos que existen más de 39.000 empresas matrices y 279.000 filiales extranjeras a lo largo del mundo. Asimismo, el valor añadido que aportan las filiales extranjeras- sus ventas menos los costes- se contabilizó del 6 por ciento del PIB mundial en 1991, es decir, un 300 por ciento desde 1982 (United Nations Conference on Trade and Development 1996).

La idea de verticalidad en el comercio reside en el hecho de que para producir un bien final, más de un país se ve involucrado en este proceso. Es decir, la utilización de inputs importados de otros países para producir el bien final, que en parte será utilizado en el propio país y en parte podrá exportarse. El caso más sencillo se detalla a continuación:



En este ejemplo, el País 1 produce el bien intermedio a partir de sus recursos; una parte la utiliza para producir su propio bien final y el resto lo exporta al País 2. El País 2, utilizando su propio bien intermedio y combinándolo con el bien intermedio que ha importado del País 1, produce el bien final. Este bien final se utilizará para el consumo nacional, o incluso una parte para la exportación, que podrá ser bien a un tercer país o bien al País 1, lugar de origen del bien intermedio importado.

La verticalidad en el comercio ha tenido diferentes referencias en la teoría del comercio. El primero en idear este término fue Balassa (1967). Sin embargo, otras referencias han sido utilizadas para sintetizar el mismo concepto: *slincing up the value chain* (Krugman,1995), desintegración de la producción (Feenstra, 1998), fragmentación de la producción (Deardorff, 1998; Jones y Kierzkowski, 1997), especialización intra-producto (Arndt, 1997).

Tal como muestra el artículo de David Hummels, Dana Rapport y Kei-Mu Yi (1999), utilizando las tablas input-output de los países de la OCDE así como las de los países emergentes, se estima que la especialización vertical representa un 30% de las exportaciones mundiales, y que ha crecido más del 40% desde 1970. Asimismo, de los datos analizados se observan ciertas pautas muy claras:

- a) Los países más pequeños (Irlanda, Korea, Taiwan) tienden a tener una especialización más vertical que los países más grandes. En estos países la especialización vertical representa más del 21% de total de exportaciones.

- b) El crecimiento de la especialización vertical en las exportaciones se concentra principalmente en la industria química y manufacturera.
  
- c) La especialización vertical en los países de la OCDE se orienta hacia otros países de la misma OCDE, a excepción de EEUU, cuyas pautas de conducta están orientadas hacia países en vías de desarrollados.

La existencia de estas pautas en el comercio internacional no ha pasado inadvertida a los economistas. Muchas han sido las aportaciones en las últimas décadas para poder explicar este proceso, principalmente desde el punto de visto empírico. Sin embargo, hacía falta desarrollar paralelamente una base teórica que explicara estos resultado empíricos.

A continuación revisamos las teorías existentes del comercio internacional, para analizar en qué medida pueden considerarse una buena base teórica para explicar este nuevo contexto internacional.

## **1.2 Las Teorías de Comercio Internacional**

El principal punto de partida de todo el análisis teórico que destaca la preocupación por el comercio internacional se puede atribuir a David Ricardo y Adam Smith, integrantes de la **corriente clásica**. Para estos autores, su principal preocupación era la acumulación de excedente que permitiera el crecimiento económico. Consideraban que el comercio exterior jugaba un papel muy importante en sí mismo, no solamente desde el punto de vista de su aportación al saldo comercial.

Adam Smith (1776) desarrolló la teoría de la ventaja absoluta, según la cual comparando la productividad de cada sector entre países, si un país es más eficiente que otro en la producción de algunos bienes y menos eficiente en la producción de otros bienes, y cada país se especializa en los bienes en los que es más eficiente, ambos países pueden resultar beneficiados de comerciar entre sí. De esta manera, la especialización permite la reducción del coste total de la producción mundial y el aumento del consumo global y del bienestar.

David Ricardo (1817) fue más allá, y concluyó que las ganancias del comercio son posibles incluso en el caso de que un país tenga mayor productividad y sea más eficiente en todos los sectores productivos. Basta con que las ventajas o desventajas en productividad entre países sean diferentes en cada sector para que pueda considerarse que existe una ventaja comparativa para cada país en un sector. De esta manera, la práctica del libre comercio induce un aumento de la eficiencia global y la especialización conduce a que los países puedan acceder a un nivel superior de consumo y bienestar. Así, la teoría de la ventaja comparativa demostraba que el comercio era un juego de suma positiva, contradiciendo a los librecambistas y proteccionistas del s. XIX.

Así pues según el pensamiento clásico, las condiciones dadas de productividad, determinadas por la tecnología productiva de cada país, son las que determinan la capacidad del mismo de competir en los mercados internacionales.

Aunque aún en nuestros días son muchos los estudios que establecen como punto de referencia esta teoría, son dos las principales críticas que se les podían atribuir: la primera de ellas radica en el hecho que sólo tiene en cuenta un único factor de

producción, el trabajo; y por otro lado no explica la razón de estas diferencias en la productividad del trabajo entre países.

Las limitaciones de esta teoría se derivan de sus propias hipótesis de partida y del enfoque estático de la misma. La existencia de rendimientos constantes a escala y de competencia perfecta determinan la completa especialización de cada país en unos tipos de productos y la existencia de comercio interindustrial; la inmovilidad de los factores en el ámbito internacional y el enfoque estático de las ventajas comparativas de cada país provocan que esta teoría sea incapaz de integrar los cambios en la dotación de recursos y factores de un país, y cómo estos cambios afectan a su especialización internacional.

Valorando el mismo tipo de cuestión, la teoría neoclásica del comercio internacional, desarrollada principalmente por Heckscher (1919), Ohlin (1933) y Samuelson (1948), no puso énfasis en la acumulación de capital, como hacían los clásicos, sino en la asignación de recursos. En consecuencia, estudia el papel del comercio internacional en la asignación de recursos mundiales.

Heckscher y Ohlin consideraban que cada país tenía una dotación de tres factores de producción: tierra, trabajo y capital, diferente en términos proporcionales a los demás, por lo que la relación de precios de los factores será también diferente en cada país. Por otra parte, cada bien económico es producido con una proporción de factores diferente, de manera que hay productos que precisan de una mayor proporción de factor trabajo que de capital, o producciones intensivas en trabajo, y otras que son intensivas en capital. Dado este marco, el denominado Teorema de Heckscher-Ohlin formula que



cada país producirá y exportará aquellos bienes que sean más intensivos en el factor relativamente más abundante en dicho país, e importará los demás bienes. Con esta especialización productiva se consigue una mejor asignación mundial de los recursos y, en consecuencia, también una mejor asignación de los recursos en cada país.

Posteriormente, Samuelson fue más lejos en el desarrollo de esta teoría, considerando una economía con dos sectores y dos factores de producción. La consecuencia del libre comercio es la igualación entre países de la relación de precios de los bienes y, a través de ella, la tendencia hacia la igualación de los precios de los factores (Samuelson, 1948). De esta manera, el comercio sustituye la movilidad internacional de los factores productivos, y tiene efectos sobre la distribución de la renta.

A diferencia de la teoría clásica, la existencia de una tecnología homogénea y, en consecuencia, del mismo nivel de productividad entre países, otorga al coste de producción el papel principal en la determinación de las ventajas comerciales.

La conclusión, derivada de los resultados obtenidos, era que los países exportan aquellos productos intensivos en el factor que relativamente abundaba más en el país. Sin embargo, Leontief (1954) realizó un análisis empírico para el caso de Estados Unidos y obtuvo resultados opuestos a los predichos por la teoría de Heckscher-Ohlin, ya que Estados Unidos tenía como factor abundante el capital, mientras que los productos que exportaban eran intensivos en trabajo. A este resultado se le llamó “la paradoja de Leontief.”

Como hemos visto, las teorías clásicas y neoclásicas presentan lagunas considerables en la explicación de determinados fenómenos del comercio internacional. Algunos autores como Ohlin ya consideraban la posibilidad de que determinados aspectos, como los rendimientos crecientes, jugaran algún papel en la especialización y el comercio internacional, pese a que no lo integró en su teoría. Sin embargo, no es hasta los años 70 cuando comienzan a aparecer aportaciones innovadoras que, incorporando estos nuevos aspectos, intentaban acercarse a la realidad del comercio; fue la llamada Nueva teoría del Comercio (*New Trade Theory*). Hasta ese momento, las explicaciones se habían centrado en las dotaciones de factores de los países como principal determinante de las pautas del comercio que imperaban en el ámbito internacional. Sin embargo, los datos empíricos revelaban que el principal comercio se daba entre países muy parecidos, por lo que las distintas dotaciones de recursos no podían ser el factor determinante de los patrones del comercio. Asimismo, tampoco explicaban el creciente comercio intraindustrial imperante, frente al interindustrial al que hacían referencia las teorías existentes.

Dos son los aspectos principales que, aunque no constituyen una novedad en sí mismos, al ser tenidos en cuenta, han sido determinantes en la aparición de estas innovaciones teóricas.

En primer lugar, la *introducción de economías de escala internas a la empresa* rompe la estructura de mercado de competencia perfecta que había constituido una de las hipótesis de partida en todos los modelos utilizados hasta el momento. A partir de ese instante el marco de referencia será el de competencia imperfecta que incluye la diferenciación de producto y las economías de escala.

En segundo lugar, el cambio en el instrumental metodológico de estudio se orienta hacia una mayor utilización del análisis del *equilibrio parcial* en detrimento de los modelos de equilibrio general, demostrándose que son más rígidos a la hora de admitir nuevos enfoques más relacionados con la Organización Industrial.

Estos nuevos enfoques han significado una aproximación importante a la explicación del comercio internacional, en la medida en que consideran la capacidad de competir de las empresas y que la especialización de los países no depende solamente del precio, sino de otros factores que generalmente permiten la diferenciación del producto y, en consecuencia, otorgan a la empresa un grado de monopolio. Ahora bien, la diversidad de los factores de la competitividad internacional ajenos al coste y al precio (factores estratégicos, tecnológicos, etc.) dificulta su propia determinación, así como su influencia concreta sobre el comercio internacional.

A pesar de los grandes avances desde la aparición a principios del siglo XIX de la teoría de la ventaja comparativa de David Ricardo, muchos son aún los vacíos existentes para los economistas para entender por qué se dan ciertos patrones de comercio.

Sin embargo, la existencia de economías de escala y la diferenciación de productos constituyen la aportación teórica más aceptada por parte de los economistas a la hora de explicar los patrones del comercio imperantes en el mundo. Más concretamente, se atribuye la creciente especialización vertical a la disminución de las barreras comerciales, las mejoras en la tecnología de las comunicaciones (fax, e-mail, videoconferencias, etc) y la dramática caída de los costes de la información, haciendo

más fácil que las empresas se coordinen entre ellas y diversifiquen su producción en distintas localizaciones.

A pesar del vacío existente a la hora de teorizar dichos patrones, son muchos los economistas y políticos que piensan que aumentando la integración entre los países desarrollados se conseguirá incrementar, a largo plazo, la tasa de crecimiento de las economías. Tras este pensamiento subyace la idea de que a medida que se disminuyen las barreras comerciales entre los países, existe una mayor facilidad de circulación de bienes, personas e ideas lo que, en conjunto, induce a un posible crecimiento de los países vinculados. De esta manera, la búsqueda de mayores tasa de crecimiento puede considerarse como una explicación alternativa a los nuevos patrones comerciales. Sin embargo, resulta difícil para los economistas ofrecer un modelo teórico riguroso que pueda ser calibrado con los datos, y que justifique dicha afirmación.

Durante los últimos diez años, la teoría del crecimiento ha pasado a ser una de las áreas de investigación más importantes en economía. En opinión de la mayoría de economistas y políticos, el comercio internacional puede llegar a ser una de las fuerzas propulsoras del crecimiento de una economía. En el próximo apartado analizaremos el impacto del comercio internacional en las teorías de crecimiento económico. Valoraremos qué papel ha jugado la apertura comercial de los países a la hora de explicar el crecimiento económico de los mismo.

### **1.3 Comercio Internacional y Crecimiento Económico**

A grandes rasgos, la mayoría de los modelos teóricos de crecimiento han centrado su estudio en economías cerradas, y en muchos casos, al considerarse la situación de libre comercio, el resultado obtenido era muy parecido al de autarquía, concluyendo a continuación que el análisis sin comercio era una simplificación muy útil para la investigación.

En el estudio de algunos fenómenos de crecimiento económico, la introducción de economías abiertas introduce sólo pequeñas modificaciones en los resultados respecto del enfoque de economía cerrada. Sin embargo, en ocasiones la simplificación de economía cerrada es poco defendible, como en el caso de los estudios de convergencia.

Los modelos de crecimiento económico analizan, desde el punto de vista agregado, la evolución de la producción real y su distribución. El objetivo de estos modelos es principalmente explicar las variaciones de los factores y del producto, y cuantificar los efectos de estas variaciones sobre la distribución de la producción. En este apartado, el objetivo es analizar cómo han valorado los efectos comerciales y tecnológicos, derivados del comercio internacional, las diferentes teorías existentes sobre crecimiento económico. A grandes rasgos, tal como muestra el artículo de Afonso (2001), siguiendo una secuencia temporal, podemos diferenciar tres grandes etapas. En primer lugar, identificamos el llamado “periodo clásico”, en el que las teorías de crecimiento económico y comercio internacional eran consideradas como dos partes inseparables de la economía; posteriormente, en el periodo “neoclásico”, estas dos teorías pasaron a ser autónomas e independientes. Finalmente, las “nuevas teorías de crecimiento endógeno”

han recuperado, de nuevo, el impacto del comercio internacional en el crecimiento económico de los países. En la última sección de este apartado clasificaremos los principales modelos existentes en la literatura, que combinan crecimiento y comercio entre países desiguales, que nos será de utilidad para poder enmarcar los modelos que desarrollaremos a lo largo de la tesis.

### **1.3.1 Modelos Clásicos**

Los efectos que podía generar el comercio internacional en el crecimiento económico de los países fueron analizados por primera vez por Adam Smith (1776). Para este autor, el comercio permitía aumentar la extensión de los mercados y, de esta manera, la división del trabajo mejoraba, incrementando la productividad de los factores. El comercio internacional constituía un mecanismo capaz de intensificar las habilidades de los trabajadores, incentivar innovaciones tecnológicas y de fomentar la acumulación de capital, permitiendo que los países pudiesen disfrutar de crecimiento económico.

En esta línea, Ricardo (1817), mediante un modelo dinámico de crecimiento, remarcó que el comercio internacional podía retrasar la, desde su punto de vista, inevitable caída de las tasas de beneficios, dada la limitación del factor tierra.

A pesar de valorar únicamente las “ganancias estáticas” y de subestimar los efectos positivos del comercio sobre el crecimiento, la creencia de que la apertura comercial de los países era beneficiosa perduró hasta la Segunda Guerra Mundial.

### **1.3.2 Modelos Neoclásicos**

Después de la Segunda Guerra Mundial se produjo una escisión entre las teorías del comercio internacional y las teorías centradas en el crecimiento económico de los países.

En aquella época, los cambios introducidos en la teoría ricardiana (entre otros, la consideración de los incrementos en los costes de oportunidad) ponían en evidencia los incrementos de bienestar causados por el comercio internacional, pero ignoraban los efectos sobre la tasa de crecimiento de los países. Del mismo modo, los modelos de Heckscher (1919), Ohlin (1933) y Samuelson (1948) mostraban que la apertura comercial era eficiente para la economía mundial, pero el análisis se centraba únicamente en las ganancias estáticas de bienestar.

Los modelos neoclásicos tradicionales de crecimiento de Ramsey (1928), Solow (1956), y Swan (1956) centran su análisis en economías cerradas, y aunque consideraban la posibilidad de existencia de comercio, llegan a la conclusión de que las implicaciones obtenidas a través del comercio eran poco interesantes. Para estos autores, a través de la difusión del progreso tecnológico, la apertura comercial provocaría efectos positivos en los países sólo a corto plazo. En ningún caso incluyeron de manera explícita el comercio internacional como transmisor de crecimiento económico. Esta afirmación pone en evidencia la separación existente durante este periodo entre las teorías del comercio internacional y las de crecimiento económico.

Analizando con más detalle este hecho, en los modelos neoclásicos el único determinante del crecimiento a largo plazo de la renta per cápita es la tasa exógena de la tecnología. Esto provoca que el comercio internacional no afecte a la tasa de crecimiento a largo plazo de los países. Además, para el caso de una economía pequeña abierta, se llega a la conclusión de que la tasa de convergencia en el estado estacionario es instantánea; y el país con una tasa de impaciencia más elevada ganará asintóticamente todo y consumirá casi toda la producción mundial.

Atendiendo a estos resultados, en el libro de Barro y Sala-i-Martin (1995) se cuestionan si es posible aplicar de forma satisfactoria el modelo de Ramsey para el caso de una economía abierta. Para obtener conclusiones más plausibles del modelo neoclásico haría falta introducir modificaciones importantes en el modelo. Barro y Sala-i-Martin (1995) consideran dos maneras de extender el modelo de Ramsey para solucionar estos problemas.

Por un lado introduciendo imperfecciones en el mercado de capital. Al imponer restricciones a la hora de pedir en préstamo por parte de un país, la velocidad de convergencia del capital y la producción ya no es infinita, y del mismo modo el consumo en estos países no tiende a cero. Sin embargo en este modelo en particular, se obtiene que todos los países, a excepción del país más paciente, son deudores netos.

Si por otro lado, consideramos ahora un modelo de horizonte finito en una economía abierta, la acumulación de activos crece en función de la tasa de impaciencia del país. De esta manera, incluso sin restricciones en el mercado de capitales, ante modificaciones de la tasa efectiva de impaciencia encontramos que el país más paciente



no va a acumular ahora toda la riqueza mundial y, del mismo modo, el consumo del país relativamente más impaciente no va a tender a cero.

Considerando conjuntamente las dos modificaciones anteriores, un modelo de horizonte finito con restricciones en el mercado de capital, entonces en el equilibrio a largo plazo encontramos un conjunto de países que no están limitados en la capacidad de pedir prestado, y otro grupo que si que está limitado. El problema se mantiene, a pesar de todo, porque los países que no tienen ninguna restricción en su mercado de capital mantienen una velocidad de convergencia al estado estacionario aún infinita.

Dada esta situación, es lógico que en el libro de Barro y Sala-i-Martin se concluya que no podemos afirmar que los economistas hayan podido aplicar de forma satisfactoria el modelo de Ramsey para el caso de una economía abierta. De ahí que la conclusión más habitual sea que abrir el modelo neoclásico al comercio internacional nos lleva a sencillas y poco interesantes implicaciones.

Sin embargo, Ventura (1997) demostró que si reconocemos la interdependencia entre países, el análisis debe cambiar en muchos aspectos. En su artículo la interdependencia se manifiesta como crucial para explicar el crecimiento de los distintos países. La razón de esta conclusión surge al considerar que para las economías abiertas, dada “la teoría de la igualación de los precios de los factores”, la ley de los rendimientos decrecimientos se aplica únicamente en el ámbito de la economía mundial. Bajo un régimen de autarquía, la acumulación de capital conduce a caídas en la productividad marginal, en la medida en que el capital es utilizado más intensivamente. En una economía abierta, la producción marginal del capital viene determinada por el stock de

capital mundial, dado que los bienes pueden exportarse a un precio determinado en el mercado mundial. En la medida en que los países acumulen capital, estos pueden tender a especializarse en sectores más intensivos en capital, y de esta manera superar los rendimientos decrecientes, incluso si su tecnología no permite disfrutar de beneficio sostenido en autarquía. Ventura utilizó esta idea para explicar el rápido crecimiento de los países del Sur Este Asiático. Estos países crecieron acumulando grandes cantidades de capital, pero sin que fuese acompañado de grandes caídas en la productividad de su capital.

### **1.3.3 Modelos de Crecimiento Endógeno**

Los modelos clásicos de crecimiento económico ponían en evidencia los efectos positivos que generaba el comercio internacional, sin embargo eran efectos estáticos. El debate en las últimas décadas se ha centrado en los efectos dinámicos de la apertura comercial de los países. Los modelos teóricos de crecimiento endógeno (especialmente después de los trabajos de Romer (1986) y Lucas (1988)) se han desarrollado reconociendo la importancia del comercio internacional para el crecimiento económico. Estos modelos pusieron en primera línea de análisis la acumulación del capital físico y la producción, así como la difusión de las innovaciones tecnológicas.

Por su parte, en el campo de las teorías del comercio internacional la llamada “paradoja de Leontief” originó una controversia importante que dio lugar a la aparición de nuevas teorías que centraban las ventajas del comercio, no tanto desde el punto de vista estático, sino como un proceso dinámico asociado con el crecimiento económico. El paralelismo en la evolución de las teorías del crecimiento y del comercio

internacional no fue accidental. Los modelos de crecimiento endógeno evolucionaron hacia un análisis integrado entre crecimiento y comercio.

La evolución conjunta de las dos teorías no puede entenderse sin los trabajos pioneros en el crecimiento endógeno de Romer (1986) y Lucas (1988). La característica de estos modelos de crecimiento endógeno es la inexistencia de rendimientos decrecientes en la acumulación de los factores. El artículo de Romer (1986) parte del modelo de Arrow (1962) y elimina esta tendencia asumiendo que la creación de conocimiento se puede considerar como un tipo de bien de inversión. Lucas (1988), basándose en gran parte en el modelo de Uzawa (1965), elimina los rendimientos decrecientes introduciendo acumulación de capital humano a través de un proceso intencional de inversión y como un proceso de aprendizaje por la práctica, “*learning-by-doing*”.

Ante este contexto, parece intuitivo que si extendemos estos modelos para el caso de una economía abierta, el aumento en los niveles de conocimiento por parte de una economía dependerá del flujo de investigación y aprendizaje propio del país y del resto de países que comercian con él, es decir de la difusión internacional de los conocimientos y de las ideas.

Los sucesos económicos recientes sugieren que los países que se encuentran significativamente por debajo de las líneas de investigación pioneras en el ámbito internacionales, es decir, aquellos que se dedican más a la adopción y adaptación de conocimiento tecnológico que a la investigación, presentan mayores crecimientos de la productividad y mayor acumulación de nuevo conocimiento (efecto *catch up*). Por

ejemplo, muchos economistas han argumentado que el rápido crecimiento experimentado por Japón durante el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial estuvo asociado con la habilidad de adaptar, modificar y mejorar las tecnologías que inicialmente fueron desarrolladas por los países industrializados. En términos más económicos, el rápido crecimiento de Japón estuvo asociado con las inversiones en aprendizaje y desarrollo, y no con las de investigación.

En esta línea tenemos una serie de modelos, entre los que figuran Romer (1990,1993), Grossman y Helpman (1990, 1991) y Aghion y Howit (1992), que consideraban que las innovaciones tecnológicas constituían la base de los procesos de crecimiento. A grandes rasgos, las innovaciones surgían como resultado de un proceso de inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizado por parte de las empresas. Para incentivar estas inversiones en I+D es necesario un sistema de patentes que, a pesar de favorecer dicha inversión, crea una posición monopolística al limitar los efectos positivos (externalidades) asociados con la innovación. De esta manera, las innovaciones tecnológicas conducen a mercados no competitivos en los que las empresas obtienen rentas monopolísticas. El libre comercio va a favorecer el crecimiento de los países en la medida que incrementa el tamaño total de mercado y, consecuentemente, las rentas monopolísticas que pueden ser apropiadas por las empresas. Las externalidades internacionales derivadas del conocimiento tecnológico refuerzan los efectos positivos de la apertura comercial.

La diferencia entre estos modelos está en dónde radica el proceso de innovación tecnológica. En el modelo de Grossman y Helpman (1991) las mejoras se daban en el nivel de bienes de consumo. El crecimiento económico adoptaba un carácter cualitativo,

asociado con incrementos en la variedad y cantidad de bienes a disposición de los consumidores. Por su parte, en el modelo de Rivera-Batiz y Romer (1991), la base del crecimiento es la integración de economías con diferentes niveles agregados de capital humano; por ello el comercio internacional puede considerarse como un factor de crecimiento económico. Un mayor stock de investigadores en un economía integrada genera un mayor nivel de conocimiento y en consecuencia un rápido crecimiento.

En todos estos trabajo existe un denominador común a la hora de comparar el crecimiento económico de una economía cerrada o abierta. Dado que el comercio internacional favorece la difusión tecnológica, las economías abiertas tendrán acceso a un mayor conocimiento tecnológico, favoreciendo la reducción de los costes asociados con el desarrollo de los productos, así como la rapidez en la introducción de nuevas variedades de productos. La tecnología es considerada como la fuerza que impulsa el crecimiento. Así, cuando un país se abre al exterior accede a tecnologías mejores y/o a menores costes de investigación, lo que le permite incrementar la tasa de innovación y de crecimiento económico.

Consideraciones como estas han favorecido que un gran número de economistas y políticos adoptasen actitudes muy optimistas respecto a los efectos del comercio internacional y de la liberalización sobre el crecimiento. En primer lugar, el comercio internacional incrementa el tamaño de mercado y, en consecuencia, también las compensaciones obtenidas de innovaciones satisfactorias. En segundo lugar, incrementa las externalidades derivadas del conocimiento tecnológico.

A pesar de los aspectos positivos que se derivan de la liberalización comercial sobre las tasas de crecimiento de los países, como consecuencia de la difusión tecnológica, es importante tener en cuenta que existen opiniones contradictorias al respecto, sobre todo cuando los países que participan en el comercio presentan diferencias importantes en la dotación de factores y en las tecnologías disponibles.

Por ejemplo, como mostraron Grossman y Helpman (1990-1991), a pesar de los beneficios generados, el comercio internacional puede provocar dos efectos negativos sobre las perspectivas de crecimiento de un país. Por un lado una “relocalización de los recursos”, de manera que el trabajo dedicado a la investigación quede en un segundo plano reservándolo para la producción, y provocando de esta manera una desaceleración del progreso tecnológico. Y por otro lado, el llamado “efecto competición”. Es importante analizar con más detalle este “efecto competición”. Dicho efecto está muy relacionado con el llamado “efecto imitación”. Nos podemos plantear qué incentivos pueden tener las economías desarrolladas para innovar cuando comercian con los países menos desarrollados, los cuales centran sus inversiones en imitar aquellos productos inicialmente descubiertos en el llamado primer mundo. Todo esto tiene su fundamento en la idea de que los productos son primero producidos en los países desarrollados, y son utilizados posteriormente en los países menos desarrollados. Esta concepción conforma la teoría del ciclo productivo del comercio internacional de Vernon (1966). Esta idea fue formalizada inicialmente por Krugman (1979), y supone que las tasas de innovación por parte de los países desarrollados y las tasas de imitación por parte de los países menos desarrollados eran exógenas. Posteriormente, Grossman y Helpman (1991) y Segerstrom (1991) extendieron el modelo en un contexto Shumpeteriano. Cabe remarcar, sin embargo, que el efecto negativo potencial llamado “efecto competición”

no tiene efectos tan perversos en términos de crecimiento cuando analizamos el comercio de bienes intermedios, ya que ante esta situación se elimina la duplicidad de actividades de investigación por parte de los países que comercializan (ver Grossman-Helpman, 1991).

Como hemos visto, las nuevas teorías de crecimiento han atribuido principalmente los efectos positivos del comercio sobre el crecimiento a largo plazo de los países a la difusión de la tecnología y de los conocimientos. Sin embargo, existen numerosos trabajos empíricos que rechazan la existencia de este tipo de efecto a escala (Jones, 1995). En el artículo de Backus, Kehoe y Kehoe (1992) demostraron que los efectos de las economías de escala, derivados de la acumulación de capital humano o del desarrollo de nuevos productos, sobre el crecimiento de los países son muy pequeños. Únicamente cuando el análisis se centra en el sector manufacturero, las economías a escala toman un papel relevante.

Asimismo, los modelos teóricos de crecimiento endógeno basados en el capital humano (Stokey, 1991) y en el efecto "learning-by-doing" (Lucas, 1988 y Young, 1991) valoraron los efectos de la liberalización comercial entre países desarrollados y países menos desarrollados. La creencia general, en estos modelos es que, el libre comercio entre países con diferencias importantes puede impedir el aprendizaje de los países menos desarrollados, ya que normalmente estos se especializan en una línea de productos cuyas vías de aprendizaje se han agotado hace mucho tiempo. Dada esta situación, el comercio acabará provocando una reducción en la tasa de crecimiento de los países menos desarrollados, impulsando a su vez, la tasa de crecimiento y bienestar de los más desarrollados. Para estos autores, el comercio acentuará las divergencias

existentes entre los países, incrementando el diferencial entre países ricos y países pobres.

Sin embargo, las conclusiones obtenidas no son coherentes con la evidencia empírica. Así lo avalan los trabajos de Levine y Renelt (1992), Harrison (1996), Frankel, Romer y Cyrus (1996) y Edwards (1998). Todos ellos corroboran el impacto positivo del comercio en la tasa de crecimiento de los países. En un trabajo reciente, Dollar y Kraay (2004) demuestran que el volumen comercial de los países está fuertemente relacionado con los cambios en las tasas de crecimiento. Esto les permite concluir que, la apertura comercial acelera las tasas de crecimiento y reduce la pobreza de los países más pobres.

#### **1.3.4 Clasificación de los Modelos de Crecimiento y Comercio**

Los resultados empíricos avalan la relación existente entre estas dos ramas de la economía, la teoría de comercio internacional y la teoría de crecimiento económico. No obstante, los modelos teóricos existentes dejan considerables lagunas a la hora de explicar dichos fenómenos, sobretodo cuando los países que participan son muy diferentes. El artículo de Chui, Levine, Murshed y Pearlman (2002) distingue los modelos que combinan crecimiento y comercio entre países desarrollados y países en vías de desarrollo<sup>1</sup> en dos clasificaciones. Por un lado, en función del tipo de crecimiento que presentan, diferencia los modelos neoclásicos, en los que el progreso tecnológico es exógeno, de los modelos de crecimiento endógeno. La otra clasificación radica en el tipo de comercio adoptado, ya sea tradicional, tomando como hipótesis la existencia de rendimientos constantes a escala y competencia perfecta, o el llamado



“nuevo” comercio, en que las dos hipótesis anteriores se relajan. Estas clasificaciones nos proporcionan cuatro tipos de modelos, como muestra la siguiente tabla:

	<i>Comercio tradicional</i>	<i>“Nuevo” Comercio</i>
<i>Crecimiento exógeno</i>	<i>Findlay (1980)</i>	<i>Krugman (1979)</i> <i>Fram y Helpman (1987)</i>
<i>Crecimiento endógeno</i>	<i>Ben.David y Loewy (2000)</i>	<i>Grossman y Helpman (1991)</i> <i>Segerstrom et al.(1990)</i>

A continuación valoraremos a grandes rasgos los modelos estandarte de cada grupo para poder analizar las características y conclusiones que se derivan de cada uno de ellos. En el primero grupo, combinando crecimiento exógeno con comercio tradicional, la principal referencia la encontramos en el modelo de Findlay (1980). En el artículo desarrollado, el país rico, Norte, es representado por el modelo de Solow (1956) mientras que en el Sur el comportamiento se adapta al trabajo de Lewis (1954). Las dos economías se especializan en la producción de un único bien, con rendimientos constantes a escala. En el equilibrio a largo plazo ambas economías crecen a la misma tasa, identificándose el comercio como el único motor de crecimiento por parte de la economía estancada, Sur. Sin embargo, el modelo utilizado puede considerarse demasiado restrictivo, teniendo en cuenta que los resultados obtenidos en el mismo se basan principalmente en los supuestos adoptados en una de las economías, Sur, en la que el nivel de salario se toma como dado y la tasa de ahorro es constante. La existencia de exceso de oferta en el mercado de trabajo no puede aplicarse en todos los países del Sur, sobretodo en los países del Sur-Este Asiático en los que su actividad económica es principalmente manufacturera.

<sup>1</sup> La terminología empleada al respecto es de modelos Norte-Sur.

En el segundo tipo de modelos encontramos aquellos que, manteniendo crecimiento exógeno, incorporan economías de escala y diferenciación de productos. Dentro de este grupo encontramos el modelo de Krugman (1979) cuyo análisis se basa en la teoría de los “ciclos productivos del comercio internacional”, innovación e imitación. Como hemos anotado anteriormente desde esta óptica, los nuevos productos son producidos exclusivamente en el Norte, cuando el Sur importa dichos productos se produce un proceso exógeno de transferencia de tecnología (imitación) del Norte al Sur, reduciéndose de esta manera el diferencial de renta entre las dos economías. Dollar (1986) extendió el modelo de Krugman determinando endógenamente el proceso de difusión tecnológica. En este mismo grupo de modelos encontramos el modelo de Flam y Helpman (1987) basado en la diferenciación de productos. El progreso tecnológico provoca que surjan nuevos productos de mejor calidad y desaparezcan los de baja calidad. Cuando los países se abren al comercio internacional, el Sur empieza a producir bienes de alta calidad inicialmente producidos sólo en el Norte. A pesar de las diferencias entre estos modelos, en todos ellos los efectos positivos del comercio sobre el crecimiento a largo plazo de los países se atribuye esencialmente a la difusión internacional de tecnología.

Es difícil encontrar en la literatura un modelo que combine crecimiento endógeno y comercio tradicional. En esta línea encontramos el artículo de Ben-David y Loewy (2000). En su modelo, a pesar de que en autarquía la acumulación de conocimiento es exógena, cuando los países comercializan la tasa de crecimiento deviene endógena. La razón radica en suponer que el comercio de bienes facilita la difusión de conocimiento, de este modo, cuando los países comercian entre sí produce efectos dinámicos en los términos de intercambio afectando a la tasa de crecimiento a largo plazo. De esta

manera el artículo concluye que, el comercio al facilitar la difusión internacional de conocimiento impulsa la tasa de crecimiento a largo plazo de los países.

Finalmente encontramos aquellos modelos que combinan crecimiento endógeno con la llamada “nueva” teoría de comercio. Dichos modelos se han desarrollado a lo largo de dos grandes áreas, el incremento de la variedad de los productos, (Grossman y Helpman, 1991) y la mejora en la calidad de los bienes, (Segerstrom, 1990, Aghion y Howitt, 1992). En ambos casos, el análisis está asociado a la teoría del ciclo productivo para la que, los nuevos y mejores productos son producidos en los países desarrollados (Norte) y exportados a los países en vías de desarrollo (Sur), éstos a su vez desarrollan la habilidad de imitar estos productos y acabar produciéndolos ellos mismos. De esta manera, la difusión internacional de tecnología y conocimiento juega un papel fundamental a la hora de valorar los efectos positivos que genera el comercio. Sin embargo, tal como puntualiza Edwards (1993), para que en dichos modelos la apertura comercial pueda generar, no necesariamente, incrementos en la tasa de crecimiento de los países participantes se deben cumplir dos condiciones. La primera es que la especialización permita al país más desarrollado destinar más recursos a la inversión en I+D, y la segunda que la difusión de conocimiento permita al país en vías de desarrollo alcanzar un nivel de desarrollo superior.

Un vez valorado el marco teórico y empírico de referencia, a continuación vamos a exponer cuál es el objetivo principal de esta tesis, analizando la metodología utilizada y adelantando las principales conclusiones obtenidas.

## **1.4 Objetivo de la Tesis**

Las economías cada vez están más integradas y son más dependientes entre sí. Como hemos visto en el primer apartado, los datos así lo reflejan. Una de las características del importante crecimiento del comercio mundial es la especialización de tipo vertical. Además, en opinión de la mayoría de los economistas y los políticos, el comercio internacional puede llegar a ser una de las fuerzas propulsoras del crecimiento sostenido de una economía. Podemos llegar a pensar que los países comercian entre ellos con el objetivo de obtener mayores tasas de crecimiento a largo plazo. A pesar de estos hechos, resulta aun difícil para los economistas ofrecer un modelo teórico riguroso que pueda ser calibrado con los datos, y que justifique dicha afirmación.

Como hemos visto, actualmente la mayoría de los modelos de crecimiento asocian los efectos positivos del comercio sobre el crecimiento económico de los países con la difusión internacional de la tecnología entendida como conocimiento. Keller (2001) diferenció dos mecanismos de difusión, uno de ellos relacionado con el aprendizaje directo de los conocimientos tecnológicos del extranjero (externalidades tecnológicas activas) y el otro relacionado con el empleo de bienes intermedios producidos en el extranjero y que incorporan tecnología más avanzada (externalidades tecnológicas pasivas). Sin embargo, si el país que importa los bienes intermedios más avanzados no posee ningún tipo de mecanismo de absorción tecnológica, (por ejemplo, actividades de I+D u otros proceso de aprendizaje), entonces las externalidades y, en consecuencia, la difusión tecnológica no tendrá lugar.

El objetivo de la tesis es desarrollar modelos teóricos que exploren la posibilidad de que el comercio pueda conducir a incrementos en la productividad, en países que no disfrutan por sí mismos de crecimiento sostenido y que no disponen de ningún tipo de mecanismo de absorción de conocimiento tecnológico. Si fuese posible, implicaría que el comercio, por sí solo, podría actuar como motor de crecimiento sostenido en economías estancadas, y en estos casos será interesante valorar cuál es el mecanismo a través del cual se propaga el crecimiento.

¿Puede el comercio internacional actuar como el único motor de crecimiento para una economía estancada?, ¿cómo?. Encontrar algunas respuestas teóricas a estas dos preguntas constituye el eje principal de este trabajo. Para ello desarrollaremos diferentes modelos de crecimiento que constituyan una base teórica que complemente a los numerosos estudios empíricos que existen sobre el tema. Nuestro objetivo será desarrollar modelos teóricos de crecimiento que avalen la interacción entre estas dos ramas de la economía, comercio internacional y crecimiento económico. Centraremos nuestro análisis en el equilibrio a largo plazo de la economía mundial. La razón principal radica en que muchos aspectos relacionados con el crecimiento económico tardan décadas en materializarse y además nuestro objetivo es analizar la transmisión del crecimiento sostenido. Ante esta situación, el estudio de la existencia de una senda de crecimiento equilibrado (SCE)<sup>2</sup>, en la que todas las variables crecen a una tasa constante positiva, constituye un mecanismo oportuno para modelar el equilibrio a largo plazo y poder diferenciar los efectos permanentes de los que son simplemente transitorios. La existencia de un equilibrio a largo plazo se ha adoptado como hipótesis

---

<sup>2</sup> Hablaremos de estado estacionario cuando en el largo plazo todas las variables crecen a una tasa constante nula.

en los modelos tradicionales de crecimiento, y es compatible con los hechos estilizados descritos por Kaldor (1962).

Nuestro análisis se centrará en una economía mundial formada únicamente por dos países, de los que sólo uno de ellos disfruta de crecimiento sostenido en un contexto de autarquía. Es decir, analizaremos los efectos del comercio en un contexto *país con crecimiento-país estancado*. Como hemos apuntado en el anterior apartado, cuando existen diferencias importantes entre los países que participan del comercio, los modelos teóricos de crecimiento valoran los efectos de la apertura comercial sobre el crecimiento económico de los países como ambiguos.

Como primera aproximación al tema, en el capítulo segundo desarrollaremos dos modelos sencillos de crecimiento exógeno y comercio de bienes intermedios. Atendiendo a la clasificación realizada en el apartado anterior, se enmarcarían en el primer tipo de modelos que combinan crecimiento exógeno y comercio tradicional, de acuerdo con el modelo de Findlay (1980). Los dos modelos se basan en el artículo de Ventura (1997), con tecnología lineal en la producción de los bienes intermedios. La diferencia entre los dos modelos radica en el tipo de progreso tecnológico que presentan, aumentador del factor trabajo o aumentador del factor capital. A pesar de las diferencias tecnológicas, en ambos casos llegamos a la misma conclusión, cuando los países comercian, el país que en autarquía se encontraba estancado “importa” el crecimiento a través del comercio de bienes intermedios. Sin embargo, el mecanismo a través del cual se propaga el crecimiento es diferente en los dos modelos. En el primer modelo, aumentador del factor trabajo, los términos de intercambio permanecen constantes mientras que el volumen comercial aumenta incrementando a su vez la

productividad total de los factores (PTF) de la economía estancada. Por su parte, en el segundo modelo la mejora continua de los términos de intercambio constituye el mecanismo de transmisión, provocando un efecto equivalente a un incremento de la PTF.

Los dos modelos analizados en el segundo capítulo pueden entenderse como estructuras teóricas simples que nos permiten, por un lado, establecer las condiciones para que el comercio surja como el único motor de crecimiento para una economía estancada y, además, identificar las vías a través de las cuales se transmite el crecimiento. Sin embargo, aunque constituyen una primera aproximación, algunas hipótesis como las funciones de producción lineales de los bienes intermedios, el crecimiento exógeno, y el tipo de sectores considerados podrían poner en cuarentena los resultados encontrados. Por tanto, será interesante mitigar las rigideces existentes en los modelos del Capítulo 2, adoptando hipótesis menos restrictivas y valorar hasta que punto se mantienen los mismos resultados. Para ello, el principal objetivo de los capítulos tercero y cuarto será presentar modelos alternativos a los presentados en el segundo capítulo, demostrando que pueden extenderse sin que por ello se modifiquen los resultados obtenidos. Es decir, buscaremos ejemplos teóricos menos restrictivos que avalen los resultados obtenidos en el capítulo segundo.

En el Capítulo 3 presentamos un modelo de crecimiento endógeno con acumulación de capital humano y dos sectores productivos, que generaliza el primer modelo, con progreso tecnológico aumentador del factor trabajo. En este caso los dos países que conforman la economía mundial producen dos bienes potencialmente comerciables: bien de consumo y bien de inversión. Ambos bienes son producidos en los dos países

utilizando capital y trabajo a través de funciones de producción tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala. En este modelo, los países se diferencian entre sí en la productividad del trabajo que presentan los sectores. Uno de los países se comporta como el modelo de crecimiento endógeno con aprendizaje por la práctica (*learning-by-doing*) desarrollado por Arrow (1962) y, de esta manera disfruta de crecimiento sostenido en una situación de autarquía. El otro país acumula capital humano a través de un proceso de *learning*, pero dicha acumulación está caracterizada por rendimientos decrecientes y, por tanto, presenta una tasa de crecimiento nula en el largo plazo. La apertura de los países al comercio internacional, especializándose de acuerdo con su ventaja comparativa, de manera que el País 1 produce bien de capital y el País 2 bien de consumo, permite a la economía estancada pueda superar los rendimientos decrecientes, y disfrutar de crecimiento sostenido a largo plazo. Ya sea bajo un régimen de especialización completo o incompleto por parte del País, en ambos casos el impacto de la acumulación de capital sobre el crecimiento será permanente y permitirá a la economía estancada superar los efectos negativos causados por la asignación de parte de sus recursos hacia la producción del bien cuyas vías de aprendizaje son nulas. Además el modelo nos muestra que cuando las potencialidades de aprendizaje del País 2 son superiores o iguales a las del País 1, cuando los dos países se especializan completamente, entonces las dos economías convergen en tasa de crecimiento a la misma que experimentaba el País 1 en autarquía. En cambio, si el comercio se caracteriza por especialización incompleta por parte del país que crece, la economía estancada logra crecer de forma sostenida pero a una tasa menos que la del otro país. Con todo ello, se demuestra de nuevo que el comercio, bajo ciertas condiciones, puede llegar a difundir el crecimiento sostenido a países que no podían crecer por sí mismos. Además, en este modelo los términos de intercambio permanecen constantes a largo



plazo, dado que las tecnologías presentan rendimientos constantes a escala en los factores reproducibles. Mientras que, el volumen comercial crece permanentemente, identificándose este incremento como el mecanismo a través del cual se difunde el crecimiento sostenido a la economía estancada.

Finalmente en el Capítulo 4, presentamos un modelo alternativo al segundo modelo objeto de estudio en el Capítulo 2, con progreso tecnológico aumentador del factor capital. Desarrollamos un modelo de crecimiento exógeno con comercio de bienes intermedios. De acuerdo con la clasificación adoptada en el anterior apartado, en este caso nos encontraríamos de nuevo en el tipo de modelos que combinan crecimiento exógeno y comercio tradicional. En este caso, las funciones de producción lineales de los bienes intermedios son sustituidas por tecnologías Cobb-Douglas, que utilizan capital y trabajo como inputs. El progreso tecnológico es aumentador de la calidad exógena de los bienes intermedios. Dada la especificación de las tecnologías, la situación de libre comercio, en este caso, puede caracterizarse por especialización completa o por especialización incompleta del país que crece en autarquía. En ambos casos, las mejoras permanentes de la calidad relativa del bien importado respecto del exportado permiten que el crecimiento se transmita al país estancado. En este modelo, la difusión de crecimiento se debe a la mejora continua de los términos de intercambio del país que no crece en autarquía. Además, cuando la especialización es incompleta, la economía mundial se comporta como una economía integrada, en la que los países convergen en renta per cápita.

En síntesis, a lo largo de la tesis, desarrollamos diferentes modelos teóricos de crecimiento exógeno y endógeno que nos permiten analizar el papel que juega el

comercio por sí mismo como “motor” de crecimiento en economías estancadas. Atendiendo a los resultados obtenidos en los mismos, podemos afirmar que el comercio internacional puede conducir, bajo ciertas condiciones, a incrementos de la PTF o a efectos equivalentes, en países que no disfrutaban por sí solos de crecimiento sostenido. Es decir, el comercio internacional puede actuar como el único mecanismo difusor de crecimiento sostenido para economías estancadas. Los resultados obtenidos son consistentes con la evidencia empírica sobre comercio y crecimiento. Además, en este contexto *país con crecimiento-país estancado*, nuestro análisis nos ha permitido identificar dos mecanismos de transmisión: aumentos permanentes del volumen comercial, y mejoras permanentes de los términos de intercambio.

## **Bibliografía**

- Afonso, O. (2001). "The Impact of International Trade on Economic Growth," Working Paper no. 106, Faculdade de Economia, Universidade do Porto.
- Aghion, P. y Howitt, P. (1992). "A Model of Growth Through Creative Destruction," *Econometrica*, vol. 60, pp. 323-702.
- Aghion, P y Howitt, P. (1998). *Endogenous Growth Theory*. MIT Press.
- Arndt, S. (1997). "Globalization and the Open Economy," *North American Journal of Economics and Finance*, vol. 8, pp- 71-79.
- Arrow, J.K. (1962). "The Economic Implications of Learning by Doing," *Review of Economic Studies*, vol. 29, June, pp.154-174.
- Balassa, B. (1967). *Trade Liberalization Among Industrial Countries*. New York: McGraw-Hill.
- Bakus, D., Kehoe, P. y Kehoe, T. (1992). "In Search of Scale Effect in Trade and Growth," *Journal of Economic Theory*, vol. 58, pp. 377- 409.
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1997). "Technological Diffusion, Convergence and Growth" *Journal of Economic Growth*, vol. 2, pp. 1-26.
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (2003). *Economic Growth: Second Edition*. MIT Press.
- Bayouni, T., Coe, D. y Helpman, E. (1999). "R&D Spillovers and Global Growth," *Journal of International Economics*, vol. 47, pp. 399-428.
- Ben-David, D. y Loewy, M. (2000). "Knowledge Dissemination, Capital Accumulation, Trade and Endogenous Growth," *Oxford Economic Papers*, vol. 52 (4), pp. 637-650.
- Coe, D. y Helpman, E. (1995). "International R&D Spillovers," *European Economic Review*, vol. 39, pp. 859-887.

Deardorff, A. (1998). *Fragmentation in Simple Trade Models*. Manuscript, University of Michigan.

Dixit, A. K. y Grossman, G.M (1982). "Trade and Protection with Multistage Production," *Review of Economic Studies*, vol. 49, October, pp. 583-594.

Dollar, D. (1986). "Technological Innovation, Capital Mobility, and the Product Cycle in North-South Trade," *American Economic Review*, vol. 76, pp. 177-190.

Dollar, D. y Kraay, A. (2004). "Trade, Growth, and Poverty," *The Economic Journal*, 114, February, pp. 22-49.

Dornbusch, R., Fischer, S. y Samuelson, P (1977). "Comparative Advantage, Trade and Payments in a Ricardian Model with Continuum of Goods," *American Economic Review*, vol. 67, pp. 823-839.

Edwards, S. (1993). "Openness, Trade Liberalization and Growth in Developing Countries," *Journal of Economic Literature*, vol. 31 (3), pp. 1358-93.

Edwards, S. (1998). "Openness, Productivity and Growth: What do We Really Know?," *Economic Journal*, vol. 108, pp. 383-398.

Feenstra, R.C. (1998). "Integration of Trade and Disintegration of Production in the Global Economy," *The Journal of Economic Perspectives*, vol.12, Fall, pp. 31-50.

Feenstra, R. C. y Hanson, G. H. (1997). "Foreign Investment, Outsourcing and Relative Wages," *The Political Economy of Trade Policy*. MIT Press: Cambridge, Mass., pp. 89-127.

Findlay, R. (1980). "The Terms of Trade and Equilibrium Growth in the World Economy," *American Economic Review*, vol. 70, pp. 291-299.

Flam, H. y Helpman, E. (1987). "Vertical Product Differentiation and North-South Trade," *American Economic Review*, vol. 77 (5), pp. 810-822.

Frankel, J., Romer, D. y Cyrus, T. (1996). "Trade and Growth in East Asian Countries: Cause and Effect?," *NBER*, Working Paper 5732, August.

Frankel, J., Romer, D. (1999). "Does Trade Causes Growth?," *American Economic Review*, vol.89 (3), June, pp. 379-399.

Grossman, G. M. y Helpman, E. (1990). "Comparative Advantage and Long-Run Growth," *American Economic Review*, vol.80 (4), pp. 796-815.

Grossman, G. M. y Helpman, E. (1991a). *Innovation and Growth in the Global Economy*. MIT Press: Cambridge.

Grossman, G. M. y Helpman, E. (1991b). "Trade, Knowledge Spillovers and Growth," *Economic Review*, vol.35 (2-3), pp. 517-526.

Harrison, A. (1996). "Openness and Growth: a Time-Series, Cross-Country Analisis for Developing Countries," *Journal of Development Economics*, vol. 48, pp. 419-447.

Helpman, E. y Krugman, P. (1985). *Market Structure and Foreign Trade: Increasing Returns, Imperfect Competition and the International Economy*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Hummels, D., Rapoport, D. y Yi K. (1998). "Vertical Specialization and the Changing Nature of World Trade," *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, June, pp. 79-99.

Ishii, J. y Yi, K. (1997). "The Growth of World Trade," *Federal Reserve Bank of New York Research Paper* n° 9718, May.

Jones, R. y Kierzkowski, H. (1997). "Globalization and the Consequences of International Fragmentation," Manuscript. *University of Rochester and Graduate Institute of International Studies*, Geneva.

Kaldor, N. (1961). "Capital Accumulation and Economic Growth," *The Theory of Capital (Eds)*. New York: St Martin's Press.

Keller, W. (1998). "Are International R&D Spillovers Trade-Related? Analyzing Spillovers among Randomly Matched Trade Partners," *European Economic Review*, vol. 42, pp. 1469-1481.

Keller, W. (2001). "International Technology Diffusion," *NBER Working Paper* no. 8573.

Krugman, P.R. (1979). "A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income," *Journal of Political Economy*, vol. 87 (2), pp. 253-266.

Krugman, P. R. (1992). "Is Bilateralism Bad?," *International Trade and Trade Policy*. MIT Press: Cambridge, Mass., pp. 9-24.

Krugman, P. R. (1995). "Growing World Trade: Causes and Consequences," *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 1, pp. 327-377.

Leontief, W. (1953). "Domestic Production and Foreign Trade: the American Capital Position Reexamined," *Proceeding of the American Philosophical Society* 97, in Baghwati (1969).

Levine, R. y Renelt, D. (1992). "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions," *American Economic Review*, vol. 82 (4), pp. 942-963.

Lewis, W. A., (1954). "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour," *Manchester School Economic Social Studies*, vol. 22 (May), pp. 139-191.

Lucas, R. E. Jr. (1988). "On the Mechanics of Development Planning," *Journal of Monetary Economics*, vol. 22,(1), July, pp.3-42.

Lucas, R. E., Jr (1990). "Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries," *American Economic Review*, vol. 80 (2), pp. 92-96.

Ohlin, B. (1933). *Interregional and International Trade*, Cambridge: Harvard University Press, 2<sup>nd</sup> edn, 1967.

Oniki, H. y Uzawa, H. (1965). "Patterns of Trade and Investment in a Dynamic Model of International Trade," *Review of Economic Studies*, vol. 32 (January).

Organization for Economic Cooperation and Development (1995). *The OECD Input-Output Database*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.

Ramsey, F. (1928). "A Mathematical Model of Saving," *Economic Journal*, vol. 38 (December), pp. 543-559.

Rivera-Bátiz, L. y Romer, P. (1991a). "International Trade with Endogenous Technological Change," *European Economic Review*, vol. 35, pp. 971-1004.

Rivera-Batiz, L. y Romer, P. (1991b). "Economic Integration and Endogenous Growth," *Quarterly Journal of Economics*, vol. CVI (2), pp. 531-555.

Romer, D. (1996). *Advanced Macroeconomics*, McGraw-Hill. New York, McGraw-Hill.

Romer, P. (1990). "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, vol. 98 (5), pp. 71-102.

Samuelson, P. A. (1949). "International Factor Price Equalization once Again," *Economic Journal*, vol. 59, pp. 181-197.

Segerstrom, P., Anant, P. y Dinopoulos, E. (1990). "A Schumpeterian Model of the Product Life-Cycle," *American Economic Review*, vol. 80, pp. 1077-1091.

Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. London, editado por A. Stranhan.

Solow, R. M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70,1 (February), pp.65-94.

Solow, R. M. (1957). "Technical Progress and Aggregate Production Function," *Review of Economic Studies*, vol. 39, pp.312-320.

Stockey, N. (1991). "Human Capital, Product Quality, and Growth," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, May, pp.587-616.

Stockey, N. (1996). "Free Trade, Factor Returns and Factor Accumulation," *Journal of Economics Growth*, December, pp.57-84.

Swan, T. W. (1956). "Economic Growth and Capital Accumulation," *Economic Record* vol. 32, November, pp. 334-361.

United Nations Conference on Trade and Development (1997) *Handbook of International Trade and Development Statistics 1995*. New York: United Nations.

Uzawa, H. (1965). "Optimal Technical Change in an Aggregate Model of Economic Growth," *International Economic Review*, vol. 6, pp.18-31.

Vernon, R. (1966). "International Investment and International Trade in the Product Cycle," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 80, pp.190-207.

Ventura, J. (1997). "Growth and Interdependence," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 112, pp.57-84.

Yi, K. (1999). "The Growth of World Trade: A Dynamic Model of Vertical Specialization," Federal Reserve Bank of New York.

Young, A. (1928). "Increasing Returns and Economic Progress," *Economic Journal*, vol. 38, December, pp.527-542.

Young, A. (1991). "Learning by Doing and the Dynamic Effect of International Trade," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, May, pp.369-405.



## **CAPITULO 2:**

### **El Comercio Internacional**

#### **como Único Motor de Crecimiento Sostenido**

*¿Puede el comercio internacional actuar como el único motor de crecimiento de una economía? Si la respuesta es afirmativa, ¿cómo? Encontrar respuestas teóricas a estas dos preguntas constituye el eje principal de este capítulo. Para ello desarrollamos dos modelos sencillos de crecimiento exógeno y comercio de bienes intermedios. La economía mundial está formada sólo por dos países, de los que únicamente uno de ellos disfruta de crecimiento sostenido en autarquía. La diferencia entre los modelos radica en los supuestos respecto al tipo de progreso tecnológico que presentan, aumentador del factor trabajo en el primer modelo y del factor capital en el segundo. En ambos casos, cuando los países se especializan de acuerdo a su ventaja comparativa, la economía que en autarquía no disfruta de crecimiento sostenido “importa” el crecimiento a través del comercio. Sin embargo los dos modelos difieren en el mecanismo a través del cual se propaga el crecimiento sostenido a la economía estancada. En el primer modelo, la difusión del crecimiento se debe al incremento permanente del volumen de comercio, mientras que en el segundo la mejora continua de los términos de intercambio constituye el mecanismo de transmisión. En los siguientes capítulos mostraremos que estos modelos simples pueden generalizarse sin que se modifiquen los resultados obtenidos.*

## **2.1 Introducción**

Una parte importante de las nuevas teorías de crecimiento se han interesado en la relación existente entre el crecimiento económico de los países y el comercio internacional. En este tipo de estudios, los efectos positivos del comercio sobre el crecimiento a largo plazo de los países se han atribuido, básicamente, a la difusión de la tecnología y de los conocimientos (e.j. Grossman y Helpman, 1997; Ribera-Batiz y Romer, 1991). En este sentido, algunos estudios empíricos recientes han puesto de manifiesto que la mayor fuente de cambio tecnológico que induce el crecimiento de la productividad proviene del exterior (e.j. Frankel et al., 1996; Coe, et al., 1997; Keller, 2002).

Como muestra el artículo de Keller (2001), la literatura existente se han centrado básicamente en estudiar las externalidades tecnológicas como mecanismo de difusión de crecimiento. Un país menos desarrollado puede aprender directamente de las patentes y nuevos diseños elaborados por otro país más avanzado, y también aprender indirectamente de la tecnología que incorporan los bienes intermedios y de capital que importa. En ambos casos, el aprendizaje conduce a un incremento, por parte del país, de los niveles de conocimiento y, con ello, de la productividad de sus trabajadores y/o de su actividad investigadora. De todo ello parece desprenderse que cuanto mayor sea el volumen de comercio por parte de un país, mayor posibilidad tendrá de acumular conocimiento del exterior. Asimismo, el acceso a menores precios puede constituir una manera de importar las ganancias de productividad del exterior. El progreso tecnológico posibilita la producción de bienes con cada vez mayor calidad y a un precio cada vez menor. Por tanto, existe también una ganancia asociada al hecho de tener acceso a

bienes intermedios y de capital más productivos a un menor coste que su coste de oportunidad, el cual incluye el asociado a la inversión en I+D necesaria para desarrollarlos.

De lo dicho hasta ahora se desprende que el comercio internacional puede jugar un papel muy importante en la consecución de un mayor crecimiento económico de los países menos desarrollados. En otras palabras, puede llegar a ser un motor de crecimiento para estos países. Llegados a este punto, podríamos ir más lejos y plantear la siguiente cuestión, ¿el comercio internacional podría llegar a ser el único motor de crecimiento sostenido de un país?. Una respuesta afirmativa implicaría que los efectos de la apertura comercial son suficientemente poderosos para sacar a una economía de una situación de estancamiento. Si este fuese el caso, ¿a través de qué mecanismos actúa el comercio para transmitir el crecimiento sostenido?. De lo descrito anteriormente se vislumbra que el comercio puede operar vía volumen comercial y/o vía precios.

En este capítulo, nuestro objetivo es ofrecer respuestas teóricas a esta cuestiones. Para ello, desarrollaremos dos sencillos modelos de crecimiento exógeno con comercio internacional de bienes intermedios entre dos países, basándonos en el modelo de Ventura (1997). Los dos modelos son idénticos en todo, a excepción del tipo de progreso tecnológico, que es aumentador del factor trabajo en uno (Modelo 1) y del factor capital en el otro (Modelo 2). Dado que nuestro análisis se centra en la transmisión del crecimiento sostenido, basaremos el estudio en el equilibrio a largo plazo.

Los países producen un único bien final no comerciable, con una tecnología que presenta rendimientos constantes a escala y que utiliza dos bienes intermedios como inputs. Dichos bienes intermedios, potencialmente comerciables, se producen, a su vez, con una tecnología lineal que utiliza trabajo (bien intermedio 1) o capital (bien intermedio 2) como factores de producción. Los dos países se diferencian en la existencia o no de progreso tecnológico. Más concretamente, la productividad total de los factores (PTF) es positiva y exógena en uno de los países (País 1), mientras que en la otra economía es nula (País 2). De hecho, las economías de ambos países están representadas por el bien conocido modelo de Ramsey, pero con crecimiento exógeno en el caso del País 1. La existencia de factores reproducibles y no reproducibles juega un papel fundamental en la obtención de los resultados. En la descripción de la economía se deduce que los factores reproducibles son el trabajo y el capital del País 1 y el capital del País 2, mientras que el trabajo del País 2 es considerado como factor no reproducible.

En el primer modelo, la presencia de crecimiento en la productividad del trabajo en el sector del bien intermedio 1, en el País 1, es equivalente al supuesto de que el trabajo es un factor reproducible. De este modo, los bienes intermedios 1 y 2 del País 1 y el bien intermedio 2 del País 2 son producidos con una tecnología que presenta rendimientos constantes a escala en los factores reproducibles, mientras que la tecnología que el País 2 utiliza para producir el bien intermedio 1 presenta rendimientos constantes a escala en el factor trabajo, un factor no reproducible.

En el Modelo 2, el progreso tecnológico es aumentador del factor capital, lo que implica que el factor trabajo es un input no reproducible en las dos economías.

En una situación de autarquía, la primera economía disfruta de crecimiento sostenido, mientras que la tasa de crecimiento del País 2 es nula. A largo plazo, los dos países comercian de acuerdo con su ventaja comparativa, que depende de si el progreso tecnológico es aumentador del factor trabajo o del factor capital. Con independencia del supuesto sobre el progreso tecnológico, el crecimiento sostenido se transmite del País 1 al País 2. Sin embargo, el mecanismo de transmisión es distinto en los dos modelos. En el primer modelo, los términos de intercambio aparecen como la variable que relaciona las tasas de crecimiento de los dos países pero, a largo plazo, convergen a un valor constante. El país estancado supera los rendimientos decrecientes del capital físico porque importa (exporta) cantidades crecientes del bien 1 (bien 2) del País 1 (al País 1). De esta manera, el crecimiento se transmite porque el volumen de comercio crece permanentemente. Por su parte en el Modelo 2, el País 2 no acumula capital a largo plazo. La evolución de los términos de intercambio, en lugar del volumen de comercio, constituye el mecanismo de transmisión del crecimiento. Aunque la cantidad exportada por el País 2 permanece constante, sus importaciones crecen a lo largo del tiempo porque los términos de intercambio son cada vez más favorables para esta economía.

En este punto es importante remarcar que, el comportamiento de los precios relativos internacionales depende de la escasez relativa mundial de los bienes intermedios. En el Modelo 1, los términos de intercambio de los países tienden a un valor constante porque las producciones mundiales de los bienes 1 y 2 tienden a un crecer a una misma tasa constante. Este resultado se obtiene porque el comercio internacional permite al País 2 acceder al bien intermedio 1, producido en el País 1 con una tecnología que presenta rendimientos constantes a escala en factores reproducibles. Esta es la razón por la que el País 2 supera los rendimientos decrecientes y puede acumular permanentemente capital.

De esta manera, el comercio actúa vía volumen comercial. En cuanto al Modelo 2, los términos de intercambio del País 2 mejoran permanentemente, ya que el bien intermedio 1 es cada vez más escaso con respecto al bien 2. En este caso, el País 2 no necesita acumular capital para aumentar continuamente su nivel de consumo. El comercio opera, en este modelo, vía precios.

De esta manera, podemos responder afirmativamente a la primera pregunta objeto de análisis. Es decir, el comercio permite a un país estancado en autarquía disfrutar de crecimiento sostenido. En cuanto a la segunda, identificamos dos mecanismos de transmisión de crecimiento, el volumen de comercio y los precios relativos. Es importante puntualizar que nuestros modelos simples puede generalizarse en muchos aspectos, incorporando hipótesis más realistas, sin que se modifiquen los resultados obtenidos. A este respecto, en los Capítulos 3 y 4 de esta tesis propondremos ejemplos de modelos más generales, adoptando hipótesis menos restrictivas, demostrando que se mantienen las mismas conclusiones.

Antes de pasar a analizar con detalle los modelos teóricos, repasamos a continuación la literatura existente que relacionan el comercio internacional como único vehículo de transmisión de crecimiento sostenido. Como hemos visto en el Capítulo 1, la literatura teórica sobre este tema es más bien escasa. Atendiendo a la tipología de modelo utilizada, Findlay (1980) a través de un modelo que combina crecimiento exógeno y comercio tradicional, encuentra que el comercio puede actuar como el único motor de crecimiento de una economía que permanecería estancada en autarquía. Sin embargo, su modelo es más restrictivo que los nuestros, al suponer que en la economía estancada la tasa de ahorro es constante y los salarios fijos. Esta hipótesis es poco realista sobretodo

para los países del Sur-Este Asiático. Además, a pesar de valorar los efectos positivos del comercio, no identifica los mecanismos a través de los cuales se transmite el crecimiento sostenido. A su vez, el artículo de Manresa y Pigem Vigo (1999) se analiza el primer modelo presentado en este capítulo desde el punto de vista teórico, sin identificar tampoco las dos posibles vías de difusión de crecimiento. En un artículo reciente, Acemoglu y Ventura (2002) demostraron que sin rendimientos marginales decrecientes en la producción y sin que existan externalidades tecnológicas, el comercio internacional permite que los países participantes disfruten de una misma tasa de crecimiento a largo plazo. La razón radica en lo que denominan “efecto de los términos de intercambio”. Los países que acumulan capital más rápidamente experimentan un empeoramiento en sus términos de intercambio, desincentivando a su vez la acumulación de capital. Los resultados encontrados en el artículo de Acemoglu y Ventura son coherentes con los obtenidos en el segundo modelo desarrollado en este capítulo, en el que se identifica como mecanismo de transmisión de crecimiento sostenido los términos de intercambio.

La literatura empírica sobre el tema es más extensa y ofrece evidencias suficientes de la relación entre la apertura comercial y el crecimiento económico. Por ejemplo, las regresiones realizadas por Barro (1991) muestran la existencia de una relación positiva y significativa entre los términos de intercambio y el crecimiento económico. El resultado de Diewert y Morrison (1986) es aún más interesante. Estos autores probaron, a través de un modelo empírico basado en números índice, que el crecimiento del precio de las exportaciones con respecto a las importaciones tiene un efecto similar a un incremento de la productividad total de los factores (PTF). Basándose en el resultado de Diewert and Morrison (1986), Kohli (1997) y (2004) mostró que la omisión de los

movimientos de los términos de intercambio puede sesgar al alza o a la baja las medidas de crecimiento económico y de la PTF. Elkholtm y Södersten (2002), por su parte, enfatizaron la importancia de considerar la ratio entre el valor de las exportaciones y el precio de las importaciones (*income terms of trade*) cuando se analiza la relación entre el comercio y el crecimiento. Analizando los datos, encuentran que los términos de intercambio presentan una tendencia aproximadamente constante, mientras que dicho ratio se incrementa a lo largo del tiempo. Basándose en este comportamiento, argumentan que la apertura comercial está relacionada con el crecimiento principalmente a través del volumen comercial.

A continuación pasamos a analizar los dos modelos. Para facilitar la comprensión de los mismos, en el apéndice detallamos la resolución de los modelos descritos en este capítulo.

## **2.2 Los Modelos**

Los modelos que desarrollamos se basan en el modelo de Ventura (1997), y se diferencian en el tipo de progreso tecnológico que presentan. La economía mundial está compuesta de dos países,  $i = 1, 2$ . Existe un único bien final no comerciable,  $y^i(t)$ ,  $i = 1, 2$ , que puede ser utilizado como bien de consumo o inversión; dos bienes intermedios potencialmente comerciables,  $x_{zj}^i(t)$ ,  $z = 1, 2$ , (bien 1 y 2). La notación utilizada,  $x_{zj}^i(t)$ ,  $z = 1, 2$ , indica el bien intermedio  $z$  producido en el País  $i$  y utilizado como input en la producción del bien final en el País  $j$ . Existen, además, dos factores de



producción, capital y trabajo,  $k^i(t)$  y  $l^i(t)$  respectivamente, utilizados como inputs en la producción de los bienes intermedios.

En este punto, es importante clarificar un aspecto sobre la notación utilizada para los bienes intermedios. La producción total de bien intermedio  $z$  en el País  $i$  viene expresado por  $x_z^i(t)$ . El segundo subíndice aparecerá sólo cuando la producción total del bien no se utilice íntegramente en el país de origen.

Trabajaremos bajo los siguientes supuestos: los movimientos internacionales de factores no están permitidos, todos los mercados son competitivos y los bienes intermedios propios e importados son sustitutivos perfectos.

Cada país está formado por un continuo de economías domésticas idénticas que normalizamos a uno. No hay crecimiento de la población. Las economías domésticas están dotadas con una unidad de tiempo en cada periodo que sólo pueden utilizar para trabajar. Esta hipótesis implica que la población en cada momento del tiempo puede ser identificada con los recursos de trabajo existentes en la economía, y que todas las variables aparecen expresadas en términos per cápita.

Ambos países poseen muchas empresas competitivas que producen el mismo bien final mediante la función de producción del tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala:

$$y^i(t) = (x_{1j}^i(t))^\alpha (x_{2j}^i(t))^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1. \quad (1)$$

Al igual que en el modelo de Ventura (1997), los bienes intermedios 1 y 2 son producidos con trabajo y capital, respectivamente, a través de las siguientes funciones de producción lineales:

$$\begin{aligned} x_1^i(t) &= A^i(t)l^i(t); \quad x_2^i(t) = B^i(t)k^i(t), \\ A^2(t) &= B^2(t) = 1 \quad \forall t, \end{aligned} \tag{2}$$

*Modelo 1:*  $A^1(t) = e^{\gamma t}$ ,  $\gamma > 0$  y  $B^1(t) = 1 \quad \forall t$ ,

*Modelo 2:*  $A^1(t) = 1 \quad \forall t$  y  $B^1(t) = e^{\gamma t}$ ,  $\gamma > 0$ ,

donde  $A^i(t)$  y  $B^i(t)$  representan el progreso tecnológico en los sectores 1 y 2, respectivamente. A partir de este momento, supondremos que  $A^2(t) = B^2(t) = 1 \quad \forall t$ , lo que significa que en el País 2 en autarquía no disfruta de crecimiento sostenido. Los dos modelos sólo difieren en las hipótesis sobre  $A^1(t)$  y  $B^1(t)$ . En el primer modelo, el progreso tecnológico del País 1 es aumentador del factor trabajo, de modo que  $A^1(t) = e^{\gamma t}$ ,  $\gamma > 0$  y  $B^1(t) = 1 \quad \forall t$ . En el modelo alternativo, las hipótesis son  $A^1(t) = 1 \quad \forall t$  y  $B^1(t) = e^{\gamma t}$ ,  $\gamma > 0$  es decir, el progreso tecnológico es aumentador del factor capital.

Sabemos que utilizando funciones de producción del bien final tipo Cobb-Douglas, los dos tipos de progreso tecnológico son, en esencia, equivalentes. Las dos especificaciones permiten la existencia de una senda de crecimiento equilibrado (SCE). Sin embargo, las dos aproximaciones conducen a resultados distintos en nuestros modelos. Como se verá con detalle en el apartado siguiente, la elección sobre el tipo de progreso tecnológico afecta al mecanismo a través del cual el comercio transmite el crecimiento sostenido.

Los países poseen las mismas preferencias. El consumidor representativo obtiene utilidad del consumo del bien final,  $c^i(t)$ , y maximiza su utilidad total descontada a la tasa  $\rho > 0$ :<sup>1</sup>

$$U^i(0) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{(c^i(t))^{1-\theta} - 1}{1-\theta} dt, \quad \theta > 0, \quad (3)$$

sujeto a la restricción presupuestaria y a la dotación inicial de riqueza, respectivamente:

$$\begin{aligned} \dot{a}^i(t) &= r^i(t)a^i(t) + w^i(t)l^i(t) - c^i(t), \\ a^i(0) &> 0 \text{ dado} \end{aligned} \quad (4)$$

donde  $a^i(t)$  representa la riqueza,  $r^i(t)$  el tipo de interés y  $w^i(t)$  el salario por unidad de tiempo en el País  $i$ . Como es habitual, supondremos que los agentes tienen previsión perfecta.

Realizada la descripción de la economía, pasaremos a continuación a caracterizar el equilibrio en una situación de autarquía y en una situación de libre comercio. Como hemos mencionado anteriormente, en el apéndice de este capítulo se detallan los cálculos correspondientes.

### 2.3 La Situación de Autarquía

En este marco de autarquía, la tasa de crecimiento de cada país vendrá dada por la tasa de crecimiento exógena (véase el capítulo 2 de Barro y Sala-y-Martin, 1995). Los

---

<sup>1</sup> Si  $\theta = 1$ , la utilidad instantánea es igual a  $\ln|c^i(t)|$ .

países se comportan como el modelo de Ramsey, pero con crecimiento exógeno en el caso del País 1.

El comportamiento competitivo de las empresas implica que los precios de los bienes intermedios se igualan a las respectivas productividades marginales:

$$\left. \begin{aligned} p_1^i(t) &= \alpha (x_1^i(t))^{\alpha-1} (x_2^i(t))^{1-\alpha} \\ p_2^i(t) &= (1-\alpha) (x_1^i(t))^\alpha (x_2^i(t))^{-\alpha} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1^i(t)}{p_2^i(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^i(t)}{x_1^i(t)}, \quad (5)$$

donde  $p_z^i(t)$ ,  $z = 1, 2$  representa el precio del bien intermedio  $z$  en el País  $i$ . El precio del bien final se toma como numerario. En el sector de bienes intermedios, el salario y el tipo de interés se igualan a la productividad marginal del trabajo y del capital, respectivamente:

$$w^i(t) = p_1^i(t) A^i(t); \quad r^i(t) = p_2^i(t) B^i(t) - \delta, \quad (6)$$

donde suponemos que el capital se deprecia a la misma tasa  $\delta > 0$  en ambas economías.

El equilibrio competitivo se describe como un conjunto de asignaciones y precios que resuelven los problemas de las empresas y de las economías domésticas, y que vacía todos los mercados en ambas economías, incluidos el mercado de capital,  $a^i(t) = k^i(t)$ ,  $i = 1, 2$ , y el mercado de trabajo,  $l^i(t) = 1$ ,  $i = 1, 2$ .

En el siguiente apartado analizaremos el equilibrio a largo plazo en ambos modelos.

### 2.3.1 Modelo 1: Progreso Técnico Aumentador del Factor Trabajo

Tomando las funciones de producción de los bienes intermedios especificadas en el apartado anterior, el País 1 va a crecer a largo plazo a un tasa  $\gamma$ , mientras que el País 2 en autarquía no disfruta de crecimiento sostenido. Más concretamente, en el equilibrio a largo plazo todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. Para garantizar una tasa de crecimiento constante para el consumo implica que los tipos de interés en ambos países:

$$r^1(t) = (1-\alpha) \left( \frac{k^1(t)}{e^{\gamma t}} \right)^{-\alpha} - \delta; \quad r^2(t) = (1-\alpha) (k^2(t))^{-\alpha} - \delta, \quad (7)$$

deben ser estacionarios. De este modo, el País 1 disfruta de crecimiento sostenido, mientras que la tasa de crecimiento del País 2 es nula.

La ecuación de Euler del consumo evaluada sobre la senda de crecimiento equilibrado (SCE) nos permite obtener los precios relativos de los bienes intermedios a largo plazo:

$$\frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{k^1(t)}{e^{\gamma t}} \stackrel{\text{SCE}}{\rightarrow} \frac{p_1^1}{p_2^1} = \alpha (1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{1}{\gamma\theta + \rho + \delta} \right)^{\frac{1}{\alpha}}; \quad (8)$$

$$\frac{p_1^2(t)}{p_2^2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} k^2(t) \stackrel{\text{SCE}}{\rightarrow} \frac{p_1^2}{p_2^2} = \alpha (1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{1}{\rho + \delta} \right)^{\frac{1}{\alpha}}.$$

De ahora en adelante, la omisión del tiempo indicará que analizamos los valores en la senda de crecimiento equilibrado. Los precios relativos serán importantes

posteriormente, cuando analicemos la situación de libre comercio, para justificar la existencia de comercio internacional entre los países.

### 2.3.2 Modelo 2: Progreso Técnico Aumentador del Factor Capital

La hipótesis sobre el progreso técnico sólo afecta al comportamiento del País 1. En este caso, al tomar el progreso tecnológico como aumentador del factor capital, el tipo de interés del País 1 es igual a:

$$r^1(t) = (1 - \alpha) \left( \frac{k^1(t)}{e^{\frac{1-\alpha}{\alpha} \gamma t}} \right)^{-\alpha} - \delta, \quad (9)$$

Un tipo de interés constante a largo plazo implica que el capital per cápita, y por lo tanto también el bien final y el consumo deben crecer a la misma tasa constante:

$$g = \frac{1 - \alpha}{\alpha} \gamma. \quad (10)$$

En este caso los precios relativos de los bienes intermedios pasan a ser:

$$\frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} e^{\gamma t} k^1(t) \xrightarrow{\text{SCE}} \frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} = \alpha (1 - \alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{\alpha e^{\gamma t}}{(1 - \alpha) \gamma \theta + \alpha (\rho + \delta)} \right)^{\frac{1}{\alpha}}. \quad (11)$$

A diferencia del modelo anterior, en el que el progreso tecnológico era aumentador del factor trabajo, en este modelo los precios relativos a largo plazo en el País 1 crecen a lo largo del tiempo a una tasa  $\gamma/\alpha$ , mientras que en el País 2 permanecen constantes, tal como muestra la expresión (8).

## **2.4 La Situación de Libre Comercio**

Dado que los bienes intermedios se producen utilizando únicamente uno de los factores de producción disponibles en cada economía, los países sólo comerciarán bajo un régimen de especialización incompleta. Es importante remarcar que los países van a utilizar siempre su factor trabajo, por lo tanto, siempre van a producir bien intermedio 1. Sin embargo, puede existir un equilibrio en el cual alguno de los países no acumule capital, ya que la importación realizada del bien intermedio 2 puede actuar como sustituto de la acumulación de capital.

Nuestro objetivo en este apartado es responder a la pregunta sobre si el comercio es capaz de transmitir el crecimiento sostenido del País 1 al País 2. En primer lugar, estableceremos los patrones de especialización de los países. A continuación, demostraremos que el comercio actúa como vehículo de transmisión de crecimiento sea a cual sea el tipo de progreso tecnológico que exista. Finalmente, valoraremos la importancia de las hipótesis establecidas sobre el progreso tecnológico para determinar cómo se transmite el crecimiento entre países.

### **2.4.1 Modelo 1: Progreso Técnico Aumentador del Factor Trabajo**

De la expresión (8) en la sección anterior se desprende que los Países 1 y 2 tendrán finalmente ventaja comparativa en la producción de los bienes intermedios 1 y 2, respectivamente. La estructura del modelo implica que la inversión en el País 1 puede alcanzar una solución de esquina. Si este fuera el caso, el País 1 solo produciría el bien 1 a largo plazo. Dado que nuestro principal resultado se cumple sea cual sea el tipo de solución, optaremos por asumir que existe una solución interior. Asimismo, es importante remarcar que, dada la especificación de nuestro modelo, el comercio

conduce a una igualación de los tipos de interés entre los países en cada periodo. Dada la ventaja comparativa de los países, la función de producción del bien final en cada país será igual a:

$$y^1(t) = (x_{11}^1(t))^\alpha (x_2^1(t) + x_{21}^2(t))^{1-\alpha}; \quad y^2(t) = (x_1^2(t) + x_{12}^1(t))^\alpha (x_{22}^2(t))^{1-\alpha}. \quad (12)$$

En este punto, es conveniente recordar que la omisión del segundo subíndice en la cantidad de bien intermedio indica que el bien es utilizado íntegramente en el país en el que es producido.

Tomando la condición de maximización de beneficio con respecto al bien final en cada país, junto con el equilibrio de la balanza comercial obtenemos las siguientes tres expresiones con respecto al precio relativo internacional de los bienes intermedios:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^1(t) + x_{21}^2(t)}{x_{11}^1(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_{22}^2(t)}{x_1^2(t) + x_{12}^1(t)} = \frac{x_{21}^2(t)}{x_{12}^1(t)}. \quad (13)$$

A partir de las condiciones de equilibrio contenidas en (13), podemos encontrar la proporción exportada-importada en cada país de bien intermedio. Más concretamente, definimos  $v^1(t)$  como la proporción de bien intermedio 1 que el País 1 destina a producir su propio bien final, y  $v^2(t)$  como la proporción de bien intermedio 2 que el País 2 exporta al País 1. De la expresión (13) obtenemos:

$$v^1(t) \equiv \frac{x_{11}^1(t)}{x_1^1(t)} = \frac{(1-\alpha)x_2^1(t)x_1^2(t)}{x_1^1(t)(x_2^1(t) + x_{21}^2(t))} + \frac{x_2^1(t) + \alpha x_{21}^2(t)}{x_2^1(t) + x_{21}^2(t)}; \quad (14)$$

$$v^2(t) \equiv \frac{x_{21}^2(t)}{x_2^2(t)} = \frac{\alpha(x_1^1(t)x_2^2(t) - x_2^1(t)x_1^2(t))}{x_2^2(t)(x_2^1(t) + x_{21}^2(t))}.$$



De las expresiones (13) y (14) encontramos que el precio relativo de los bienes intermedios depende de la ratio de las producciones mundiales de bienes intermedios, más concretamente:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{k^1(t)+k^2(t)}{e^{rt}+1}. \quad (15)$$

Sin embargo, para que sea posible la transmisión del crecimiento sostenido, es necesario que los beneficios del libre comercio no desaparezcan a lo largo del tiempo. En otras palabras, la situación de libre comercio debe mantenerse para siempre, y esto será posible si el comercio beneficia a ambos países permanentemente. Esto ocurrirá si los precios relativos en (8) y (15) satisfacen las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned} \frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} \leq \frac{p_1(t)}{p_2(t)} &\rightarrow \frac{k^1(t)}{k^1(t)+k^2(t)} \leq \frac{e^{rt}}{e^{rt}+1}, \\ \frac{p_1^2(t)}{p_2^2(t)} > \frac{p_1(t)}{p_2(t)} &\rightarrow \frac{k^1(t)+k^2(t)}{k^2(t)} < e^{rt}+1, \text{ para } t \geq \tilde{t}, \end{aligned} \quad (16)$$

donde  $\tilde{t}$  es el periodo a partir de cual los países comienzan a comerciar.

A partir de este momento, nos centraremos en el equilibrio de la economía mundial a largo plazo. Como se deduce de la ecuación de Euler del consumo, la igualación de los tipos de interés implica que el consumo per cápita en ambos países crece a la misma tasa en todos los periodos. De la expresión que define el tipo de interés de equilibrio:

$$r(t) = (1-\alpha) \left( \frac{k^1(t)+k^2(t)}{e^{rt}+1} \right)^{-\alpha} - \delta, \quad (17)$$

se infiere que la economía mundial converge a una casi-senda de crecimiento equilibrado (CSCE). Una CSCE, en el modelo, es un equilibrio competitivo en el que la

tasa de crecimiento del capital per cápita y del consumo per cápita convergen asintóticamente a  $\gamma$ . Imponiendo que la tasa de crecimiento del consumo per cápita sea  $\gamma$ , comprobamos que los precios relativos,  $p_1(t)/p_2(t)$ , se aproximan a largo plazo a los precios de autarquía del País 1 (ecuación (8)). Asimismo, la condición representada por la expresión (16) se cumple a largo plazo y, por tanto, los beneficios del comercio se mantienen a lo largo del tiempo.

Asimismo, conforme el tiempo tiende a infinito, las proporciones expresadas en (14) se aproximan respectivamente a:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v^1(t) = \alpha + \phi(1 - \alpha); \quad \lim_{t \rightarrow \infty} v^2(t) = \alpha, \quad (18)$$

donde  $\phi \equiv k^1(t)/(k^1(t) + k^2(t))$ . Es importante remarcar que el límite de  $v^1(t)$ , obtenido de la anterior expresión (18), coincide con la proporción de la renta bruta mundial que corresponde al País 1, compuesta ésta por toda la renta laboral mundial más la parte de la renta mundial del capital que corresponde a su capital. Por su parte, la renta del País 2 procede de forma creciente de su capital, dado que la productividad del trabajo es constante. De esta manera, su participación en la producción mundial es igual a la parte del capital mundial que corresponde a su capital. El valor de  $\phi$  depende del stock de capital que cada país poseía en el momento de empezar a comerciar.

Podemos concluir, por tanto, que el País 2 importa el crecimiento sostenido del País 1 comerciando en bienes intermedios. En este caso, el mecanismo de transmisión está relacionado con el volumen de comercio, y no con los términos de intercambio. A partir de la acumulación de capital físico del País 2:

$$\dot{k}^2(t) = \left( 1 + \frac{x_{12}^1(t)}{(1 - v^1(t))e^{\gamma t}} \right) \left( \frac{1 - \alpha}{\alpha} \frac{p_1(t)}{p_2(t)} \right)^{1-\alpha} - c^2(t) - \delta k^2(t), \quad (19)$$

inferimos que el País 2 importa (exporta) cantidades crecientes del bien intermedio 1 (bien intermedio 2). A largo plazo, tanto  $v^1(t)$  como los precios relativos internacionales,  $p_1(t)/p_2(t)$ , tienden a valores constantes, mientras que la cantidad importada de bien intermedio 1 (cantidad exportada de bien intermedio 2) crece a lo largo del tiempo debido a los aumentos de productividad en el sector 1 en el País 1.

En este modelo, el volumen de comercio que se intercambia actúa como un aumento sostenido de la PTF de la economía estancada. Esta conclusión se obtiene del artículo de Alcalá y Ciccone (2004).

#### 2.4.2 Modelo 2: Progreso Técnico Aumentador del Factor Capital

Dada la especificación de las tecnologías de los bienes intermedios, en este caso, los Países 1 y 2 finalmente tienen ventaja comparativa en el bien 2 y 1, respectivamente. Del mismo modo que en el caso anterior, empezaremos obteniendo algunos resultados que serán necesarios para analizar el equilibrio a largo plazo.

Dado el patrón de especialización de los países, la producción del bien final en cada país es igual a:

$$y^1(t) = (x_1^1(t) + x_{11}^2(t))^\alpha (x_{21}^1(t))^{1-\alpha}; \quad y^2(t) = (x_{12}^2(t))^\alpha (x_2^2(t) + x_{22}^1(t))^{1-\alpha}. \quad (20)$$

El comportamiento competitivo por parte de las empresas que producen el bien final en ambos países, junto con la condición de equilibrio de la balanza comercial, permite obtener tres expresiones de los términos de intercambio que se igualan en el equilibrio:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_{21}^1(t)}{x_1^1(t) + x_{11}^2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^2(t) + x_{22}^1(t)}{x_{12}^2(t)} = \frac{x_{22}^1(t)}{x_{11}^2(t)}. \quad (21)$$

Operando con las condiciones en la expresión (21), obtenemos la proporción de bien 2 que se queda el País 1 para producir su bien final,  $v^1(t)$ , y la proporción de bien 1 que el País 2 exporta al País 1,  $v^2(t)$ :

$$\begin{aligned} v^1(t) &\equiv \frac{x_{21}^1(t)}{x_2^1(t)} = \frac{(1-\alpha)x_1^2(t)}{x_1^1(t) + x_1^2(t)} + \frac{x_1^1(t)(x_2^1(t) + \alpha x_2^2(t))}{x_2^1(t)(x_2^1(t) + x_2^2(t))}, \\ v^2(t) &\equiv \frac{x_{11}^2(t)}{x_1^2(t)} = \frac{(1-\alpha)(x_1^2(t)x_2^1(t) - x_2^2(t)x_1^1(t))}{x_1^2(t)(x_2^1(t) + x_2^2(t))}. \end{aligned} \quad (22)$$

Sustituyendo la anterior expresión (22) en la (21), obtenemos los precios relativos de los bienes intermedios en el mercado internacional:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{e^{rt}k^1(t) + k^2(t)}{2}. \quad (23)$$

En este caso, para garantizar que ambos países obtienen beneficios a lo largo del tiempo intercambiando los bienes intermedios de acuerdo con los patrones de especialización antes establecidos, debe cumplirse que:

$$\left. \frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} \geq \frac{p_1(t)}{p_2(t)}, \frac{p_1^2(t)}{p_2^2(t)} < \frac{p_1(t)}{p_2(t)} \right\} \rightarrow \frac{k^2(t)}{k^1(t)} \leq e^{rt} \text{ for } t \geq \tilde{t}, \quad (24)$$

Una vez garantizado que los dos países tienen incentivos a comerciar, vamos a analizar el equilibrio de la economía mundial a largo plazo. A diferencia del caso anterior, con progreso tecnológico aumentador del factor trabajo, el comercio internacional en este modelo no conduce a una igualación de los tipos de interés entre los países:

$$\begin{aligned} r^1(t) &= (1-\alpha) \left( \frac{e^{rt} k^1(t) + k^2(t)}{2} \right)^{-\alpha} e^{rt} - \delta; \\ r^2(t) &= (1-\alpha) \left( \frac{e^{rt} k^1(t) + k^2(t)}{2} \right)^{-\alpha} - \delta. \end{aligned} \tag{25}$$

Es importante analizar la retribución del factor capital en el País 2. Un tipo de interés constante en el País 2 implica que el tipo de interés en el País 1, y por lo tanto la tasa de crecimiento del consumo, tiende a infinito. Esto es incompatible con la existencia de equilibrio a largo plazo. En el caso contrario, el tipo de interés en el País 2 tiende a cero si el tipo de interés del País 1 es constante. Este comportamiento permite que exista una SCE en la que el capital físico del País 2 es nulo y sus términos de intercambio crecen estrictamente a lo largo del tiempo.

Teniendo en cuenta estos resultados, encontramos que el capital y el consumo del País 1 crecen a la tasa  $\mathcal{G}$  (10), la misma que en la situación de autarquía. Retomando las proporciones definidas en (22), obtenemos que éstas son iguales a:

$$v^1(t) = 1 - \frac{\alpha}{2}; \quad v^2(t) = \frac{\alpha}{2}. \tag{26}$$

El comercio internacional permite al País 1 incrementar su producción de bien intermedio 1 (su trabajo) en una proporción  $\alpha$ . De esta manera, el País 1 recibe toda la renta mundial del capital y la mitad de la renta mundial del trabajo, mientras que el resto de la renta del trabajo constituye la parte de la renta mundial que corresponde al País 2.

Como en el caso anterior, concluimos que el comercio actúa como el único motor de crecimiento para el País 2. El progreso tecnológico aumentador del factor capital en el País 1 conduce a que el bien 2 sea relativamente más abundante que el bien 1, y esto provoca una mejora continua de los términos de intercambio del País 2:

$$c^2(t) = p_1(t) \rightarrow \frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = \frac{\dot{p}_1(t)}{p_1(t)} \stackrel{\text{SCE}}{\rightarrow} \frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = g. \quad (27)$$

En este caso, la cantidad exportada de bien 1 por parte del País 2 permanece constante a lo largo del tiempo, pero la cantidad importada crece permanentemente porque los precios relativos mundiales son cada vez más favorables al País 2. De esta manera, ahora no es el volumen comercial el mecanismo transmisor del crecimiento, sino los movimientos en los términos de intercambio.

## **2.5 Conclusiones**

Una parte muy importante de la nueva literatura sobre crecimiento han centrado sus análisis en la relación entre el comercio internacional y el crecimiento. Argumentan que el comercio afecta el crecimiento porque incide, en cierta medida, en los conocimientos del exterior. El papel que juega las externalidades tecnológicas ha sido ampliamente estudiado. Sin embargo los trabajos empíricos rechazan la existencia de este tipo de efecto a escala (Jones, 1995, y Backus, Kehoe y Kehoe, 1992). En este capítulo, hemos

ido más allá a la hora de analizar los efectos del comercio en el crecimiento económico. Más concretamente, nos hemos planteado dos preguntas: ¿puede el comercio actuar como el único instrumento de transmisión de crecimiento sostenido? Si la respuesta fuese afirmativa, ¿cómo se difunde el crecimiento entre los países? Muy poca es la literatura teórica existente que analiza este tipo de cuestión.

En este capítulo, hemos respondido a las dos preguntas con dos simples modelos de crecimiento exógeno con comercio internacional de bienes intermedios. De acuerdo con la clasificación adoptada en el Capítulo 1 con modelos que combinan crecimiento exógeno y comercio tradicional. Los dos modelos difieren entre sí en el tipo de progreso tecnológico que presentan. Más concretamente, en el primer modelo el progreso tecnológico es aumentador del factor trabajo y en el segundo aumentador del factor capital. La economía mundial está formada por dos grandes países cuyas economías se comportan según el modelo de Ramsey, pero solo una de ellas disfruta de crecimiento sostenido exógeno en autarquía. En ambos modelos, cuando los países se abren al comercio internacional de acuerdo con su ventaja comparativa, la economía estancada “importa” crecimiento comerciando con bienes intermedios. Sin embargo, el tipo de progreso tecnológico incide en cómo se transmite el crecimiento. En el primer modelo, el mecanismo de transmisión está asociado con el incremento permanente del volumen comercial, mientras que en el segundo está relacionado con los términos de intercambio.

Estos dos simples modelos han sido útiles para establecer las condiciones necesarias para que el comercio surja como el único motor de crecimiento para una economía estancada. Esta primera aproximación al tema, además nos ha permitido identificar las dos vías a través de las cuales el comercio puede difundir el crecimiento sostenido. A

pesar de la utilización de modelos simples para dar respuesta a nuestros objetivos, como veremos en los siguientes capítulos, podemos generalizar los modelos, incorporando hipótesis más realistas, sin que por ello se modifiquen los resultados obtenidos.



## **Bibliografía**

- Afonso, O. (2001). "The Impact of International Trade on Economic Growth," Working Paper No. 106, *Faculdade de Economia*, Universidade do Porto.
- Acemoglu, D. y Ventura, J. (2002). "The World Income Distribution," *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 117 (May), pp. 659-694.
- Alcalá, F. y Ciccone, A (2004). "Trade and Productivity," *Quarterly journal of Economics*, vol. 119 (2), pp. 613-646.
- Backus, D., Kehoe, P. y Kehoe, T. (1992). "In Search of Scale Effects in Trade and Growth," *Journal of Economic Theory*, vol. 58, pp. 377-409.
- Barro, R. (1991). "Economic Growth in a Cross Section of Countries," *Quarterly Journal of Economics*, 106, 407-443.
- Coe, D., Helpman, E., y Hoffmaister, A. (1997). "North-South spillovers," *Economic Journal*, 107, 134-149.
- Diewert, W. E., and Morrison, C. J. (1986). "Adjusting Output and Productivity Indexes for Changes in the Terms of Trade," *The Economic Journal*, 96, 659-679.
- Ekholm, K., and Södersten, B. (2002). "Growth and Trade vs. Trade and Growth," *Small Business Economics*, 19, 147-162.
- Findlay, R. (1980). "The Terms of Trade and Equilibrium Growth in the World Economy," *American Economic Review*, 70, 291-299.
- Frankel, J. A., Romer, D., and Cyrus, T. (1996). "Trade and Growth in East Asian Countries: Causes and Effects?," *NBER Working Paper No. 5732*.
- Goh, A. and Olivier, J. (2002). "Learning by Doing, Trade in Capital Goods and Growth," *Journal of International Economics*, 2, 411-444.
- Grossman, G. M. and Helpman, E. (1997). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge: The MIT Press.

- Jones, C. (1995). "Times Series Test of Endogenous Growth Models," *Quarterly Journal of Economics*, pp. 495-525.
- Keller, W. (2001). "International Technology Diffusion," *NBER Working Paper No. 8573*.
- Keller, W. (2002). "Trade and the Transmission of Technology," *Journal of Economic Growth*, 7, 5-24.
- Kohli, U. (1997). "Accounting for Recent Economic Growth in South East Asia," *Review of Development Economics*, 1, 245-256.
- Lewis, W. A. (1954). "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour," *Manchester School Economic Social Studies*, 22, 139-191.
- Manresa, A. y Pigem-Vigo, M. (1999). "Difusión del Crecimiento Económico a través del Comercio de Bienes Intermedios," *Información Comercial Española, Revista de Economía*, 782, 21-27.
- Rebelo, S. (1991). "Long Run Policy Analysis and Long Run Growth," *Journal of Political Economy*, 99, 500-521.
- Solow, R. M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65-94.
- Ventura, J. (1997). "Growth and Interdependence," *Quarterly Journal of Economics*, 112, 57-84.

## Apéndice

En este apéndice resolvemos con detalle los dos modelos descritos en este capítulo. Para ello, tomaremos como dadas las hipótesis establecidas en el apartado segundo. En primer lugar resolvemos el Modelo 1, con progreso tecnológico aumentador del factor trabajo, en un contexto de autarquía y de libre comercio de bienes intermedios. Finalmente, realizamos un análisis paralelo para el Modelo 2, con progreso tecnológico aumentador del factor capital. Para facilitar la comprensión, en la resolución de los modelos se repetirán algunas expresiones a las que ya hemos hecho referencia a lo largo del capítulo.

### A) Modelo 1: Progreso Tecnológico Aumentador del Factor Trabajo

#### **A1) Situación de Autarquía**

El equilibrio competitivo se describe como un conjunto de asignaciones,  $\{c^i(t), k^i(t), l^i(t)\}_{i=1,2}$ ; y precios,  $\{p_z^i(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$ , que resuelven los problemas de las economías domésticas y de las empresas y además vacían todos los mercados en ambas economías.

Dado que los dos países están formados por un continuo de economías domésticas idénticas que poseen las mismas preferencias, en ambos países el problema del consumidor representativo se expresa como:

$$\text{Max}_{c^i(t)} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{(c^i(t))^{1-\theta} - 1}{1-\theta} dt, \quad \theta > 0, \quad (A1.1)$$

sujeto a la restricción presupuestaria y a la dotación inicial de riqueza, respectivamente:

$$\begin{aligned} \dot{k}^i(t) &= r^i(t)k^i(t) + w^i(t) - c^i(t), \\ k^i(0) &> 0 \text{ dado} \end{aligned} \quad (A1.2)$$

Nótese que ya hemos sustituido la riqueza que aparecía en el texto,  $a^i(t)$ , por el stock de capital,  $k^i(t)$ .

Resolviendo el problema anterior, obtenemos la ecuación de Euler de los dos países:

$$\frac{\dot{c}^i(t)}{c^i(t)} = \frac{r^i(t) - \rho}{\theta}. \quad (A1.3)$$

Del mismo modo, dada la hipótesis de partida que los dos países producen el mismo bien final a partir de la misma función de producción tipo Cobb-Douglas, el problema de maximización de beneficios de las empresas del sector del bien final es igual a:

$$\text{Max}_{x_1^i(t), x_2^i(t)} \left\{ (x_1^i(t))^\alpha (x_2^i(t))^{1-\alpha} - p_1^i(t)x_1^i(t) - p_2^i(t)x_2^i(t) \right\}. \quad (A1.4)$$

Dado el comportamiento competitivo de las mismas, los precios relativos de los bienes intermedios en ambos países es igual a:

$$\left. \begin{aligned} p_1^i(t) &= \alpha (x_1^i(t))^{\alpha-1} (x_2^i(t))^{1-\alpha} \\ p_2^i(t) &= (1-\alpha) (x_1^i(t))^\alpha (x_2^i(t))^{-\alpha} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1^i(t)}{p_2^i(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^i(t)}{x_1^i(t)}. \quad (A1.5)$$

Los países se diferencian entre sí en la producción de los bienes intermedios; en el País 1:  $x_1^1(t) = e^{rt}$ ,  $x_2^1(t) = k^1(t)$ , y el País 2:  $x_1^2(t) = l$ ,  $x_2^2(t) = k^2(t)$ . Si sustituimos dichas expresiones, en la ecuación (A1.5), obtenemos que los precios relativos en cada país son iguales a:

*País 1*

$$\left. \begin{aligned} p_1^1(t) &= \alpha \left( \frac{k^1(t)}{e^{rt}} \right)^{1-\alpha} \\ p_2^1(t) &= (1-\alpha) \left( \frac{k^1(t)}{e^{rt}} \right)^{-\alpha} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{k^1(t)}{e^{rt}}, \quad (A1.6)$$

*País 2*

$$\left. \begin{aligned} p_1^2(t) &= \alpha (k^2(t))^{1-\alpha} \\ p_2^2(t) &= (1-\alpha) (k^2(t))^{-\alpha} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1^2(t)}{p_2^2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} k^2(t).$$

Por su parte, dado el comportamiento competitivo en el sector de bienes intermedios en cada país, el salario y el tipo de interés se igualan a la productividad del trabajo y capital, respectivamente, es decir:

*País 1*

$$\begin{aligned} w^1(t) &= p_1^1(t) e^{rt} \rightarrow w^1(t) = \alpha \left( \frac{k^1(t)}{e^{rt}} \right)^{1-\alpha} e^{rt} \\ r^1(t) &= p_2^1(t) - \delta \rightarrow r^1(t) = (1-\alpha) \left( \frac{k^1(t)}{e^{rt}} \right)^{-\alpha} - \delta. \end{aligned} \quad (A1.7)$$

*País 2*

$$\begin{aligned} w^2(t) &= p_1^2(t) \rightarrow w^2(t) = \alpha (k^2(t))^{1-\alpha} \\ r^2(t) &= p_2^2(t) - \delta \rightarrow r^2(t) = (1-\alpha) (k^2(t))^{-\alpha} - \delta. \end{aligned}$$

Si sustituimos el valor de  $r^i(t)$  en la ecuación de Euler de cada país, (A1.3), obtenemos:

*País 1:*

$$\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha) \left( \frac{k^1(t)}{e^{rt}} \right)^{-\alpha} - \delta - \rho \right], \quad (A1.8)$$

*País 2:*

$$\frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = \frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha) (k^2(t))^{-\alpha} - \delta - \rho \right].$$

En el equilibrio a largo plazo todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. Una tasa de crecimiento constante del consumo requiere que el tipo de interés permanezca constante. A partir de la expresión (A1.8), se deduce que sobre la SCE el capital, el consumo y la renta bruta del País 1 crecen a una misma tasa constante  $\gamma$ , mientras que en el País 2 la tasa es nula.

$$\frac{\dot{c}^1}{c^1} = \frac{\dot{k}^1}{k^1} = \frac{\dot{y}^1}{y^1} = \gamma; \frac{\dot{c}^2}{c^2} = \frac{\dot{k}^2}{k^2} = \frac{\dot{y}^2}{y^2} = 0.$$

Evaluando la ecuación de Euler (A1.8) para cada país en la SCE:

*País 1*

$$\frac{\dot{c}^1}{c^1} = \frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha) \left( \frac{k^1}{e^{\gamma t}} \right)^{-\alpha} - \delta - \rho \right] = \gamma \rightarrow \bar{k}^1 = \left[ \frac{(1-\alpha)}{\theta\gamma + \delta + \rho} \right]^{1/\alpha} e^{\gamma t}; \quad (A1.9)$$

*País 2*

$$\frac{\dot{c}^2}{c^2} = \frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha) (k^2)^{-\alpha} - \delta - \rho \right] = 0 \rightarrow \bar{k}^2 = \left[ \frac{(1-\alpha)}{\delta + \rho} \right]^{1/\alpha}.$$

Sustituyendo los valores obtenidos en (A1.9) en los precios de los factores (A1.7), encontramos que a lo largo de la SCE:

$$\begin{aligned} \bar{r}^1 &= \gamma\theta + \rho, \quad \bar{w}^1 = \left( \frac{1-\alpha}{\gamma\theta + \delta + \rho} \right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} e^{\gamma t}; \\ \bar{r}^2 &= \rho, \quad \bar{w}^2 = \alpha \left( \frac{1-\alpha}{\delta + \rho} \right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}. \end{aligned} \quad (A1.10)$$

Finalmente sustituyendo la expresión (A1.9) en los precios relativos (A1.6), obtenemos los precios relativos de equilibrio en ambos países en la situación de autarquía:

País 1

$$\frac{p_1^1}{p_2^1} = \alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{I}{\gamma\theta + \rho + \delta} \right)^{\frac{1}{\alpha}}, \quad (A1.11)$$

País 2

$$\frac{p_1^2}{p_2^2} = \alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{I}{\rho + \delta} \right)^{\frac{1}{\alpha}}.$$

Dichos precios serán importantes para determinar el patrón de especialización de los países en un contexto de libre comercio.

## A2) Situación de Libre Comercio de Bienes Intermedios

Dada la especificación de las tecnologías utilizadas en la producción de bienes intermedios, los países sólo comerciarán bajo un régimen de especialización incompleta.

De los precios relativos obtenidos en condiciones de autarquía (A1.10) se desprende que el País 1 disfruta de ventaja comparativa en la producción del bien 1 y el País 2 en el bien 2.

Al igual que en la situación de autarquía, el equilibrio competitivo se describe como un conjunto de asignaciones  $\{c^i(t), x_{11}^i(t), x_2^i(t), x_1^2(t), x_{21}^2(t), k^i(t), l^i(t)\}_{i=1,2}$ ; y precios,  $\{p_2(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$ , que resuelven los problemas de las economías domésticas y de las empresas, y que vacían todos los mercados en ambas economías, así como los mercados internacionales.

En el sector de la producción del bien final, el problema de las empresas en cada país se expresa como:

*País 1*

$$\text{Max}_{x_{11}^1(t), x_{21}^1(t), x_{21}^2(t)} \left\{ (x_{11}^1(t))^\alpha (x_2^1(t) + x_{21}^2(t))^{1-\alpha} - p_1(t)x_{11}^1(t) - p_2(t)(x_2^1(t) + x_{21}^2(t)) \right\}, \quad (A2.1)$$

*País 2*

$$\text{Max}_{x_1^2(t), x_{12}^1(t), x_{22}^2(t)} \left\{ (x_1^2(t) + x_{12}^1(t))^\alpha (x_{22}^2(t))^{1-\alpha} - p_1(t)(x_1^2(t) + x_{12}^1(t)) - p_2(t)x_{22}^2(t) \right\}.$$

Dado el comportamiento competitivo de las empresas, resolviendo los anteriores problemas en (A2.1) obtenemos que los precios relativos en cada país son iguales:

*País 1*

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^1(t) + x_{21}^2(t)}{x_{11}^1(t)},$$

*País 2*

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_{22}^2(t)}{x_1^2(t) + x_{12}^1(t)}. \quad (A2.2)$$

En un contexto de libre comercio de bienes intermedios, los precios relativos deben ser los mismos en equilibrio, y teniendo en cuenta que la balanza comercial está en equilibrio,  $p_1(t)x_{12}^1(t) = p_2(t)x_{21}^2(t)$ , entonces:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^1(t) + x_{21}^2(t)}{x_{11}^1(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_{22}^2(t)}{x_1^2(t) + x_{12}^1(t)} = \frac{x_{21}^2(t)}{x_{12}^1(t)}. \quad (A2.3)$$

Si definimos  $v^1(t) \equiv \frac{x_{11}^1(t)}{x_1^1(t)}$  y  $v^2(t) \equiv \frac{x_{21}^2(t)}{x_2^2(t)}$ , de la expresión (A2.3) obtenemos:



$$v^1(t) \equiv \frac{x_{11}^1(t)}{x_1^1(t)} = \frac{(1-\alpha)x_2^1(t)x_1^2(t)}{x_1^1(t)(x_2^1(t)+x_2^2(t))} + \frac{x_2^1(t)+\alpha x_2^2(t)}{x_2^1(t)+x_2^2(t)}; \quad (A2.4)$$

$$v^2(t) \equiv \frac{x_{21}^2(t)}{x_2^2(t)} = \frac{\alpha(x_1^1(t)x_2^2(t)-x_2^1(t)x_1^2(t))}{x_2^2(t)(x_2^1(t)+x_2^2(t))}.$$

Además, teniendo en cuenta (A2.3), (A2.4) y que:

$$x_1^1(t) = x_{11}^1(t) + x_{12}^1(t) = e^{rt}; \quad x_2^1(t) = k^1(t); \quad (A2.5)$$

$$x_1^2(t) = I; \quad x_2^2(t) = x_{21}^2(t) + x_{22}^2(t) = k^2(t),$$

obtenemos que el precio relativo de los bienes intermedios depende del cociente de las producciones mundiales de bienes intermedios:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{k^1(t) + k^2(t)}{e^{rt} + I}. \quad (A2.6)$$

Para garantizar que los países tendrán incentivos a comerciar permanentemente, es necesario que se cumplan:

$$\frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} \leq \frac{p_1(t)}{p_2(t)} \rightarrow \frac{k^1(t)}{k^1(t) + k^2(t)} \leq \frac{e^{rt}}{e^{rt} + I}, \quad (A2.7)$$

$$\frac{p_1^2(t)}{p_2^2(t)} > \frac{p_1(t)}{p_2(t)} \rightarrow \frac{k^1(t) + k^2(t)}{k^2(t)} < e^{rt} + I, \text{ para } t \geq \tilde{t}.$$

En el equilibrio a largo plazo, todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. Dada la expresión que define el tipo de interés en ambos países y teniendo en cuenta que  $r^1(t) = r^2(t)$ , entonces:

$$r^1(t) = r^2(t) = p_2(t) - \delta = (1-\alpha) \left( \frac{k^1(t) + k^2(t)}{e^{rt} + I} \right)^{-\alpha} - \delta; \quad (A2.8)$$

Sustituyendo en la ecuación de Euler de ambos países,  $\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{r^1(t) - \rho}{\theta}$ , se infiere

que  $\frac{\dot{c}^1}{c^1} = \frac{\dot{c}^2}{c^2} = \gamma$ . La economía mundial converge a una CSCE.

Asimismo, de la ecuación de Euler evaluada sobre la CSCE, tenemos:

$$\frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha) \left( \frac{k^1 + k^2}{e^{rt} + 1} \right)^{-\alpha} - \delta - \rho \right] = \gamma \rightarrow \quad (A2.9)$$

$$\frac{k^1 + k^2}{e^{rt} + 1} = (1-\alpha)^{1/\alpha} \left( \frac{1}{\theta\gamma + \delta + \rho} \right)^{1/\alpha}.$$

Sustituyendo (A2.9) en los precios relativos de equilibrio obtenemos:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{k^1(t) + k^2(t)}{e^{rt} + 1} \stackrel{SCE}{\rightarrow} \frac{p_1}{p_2} = \alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{1}{\gamma\theta + \rho + \delta} \right)^{\frac{1}{\alpha}}. \quad (A2.10)$$

La expresión (A2.10) muestra que los precios relativos se aproximan a largo plazo a los precios de autarquía del País 1. Asimismo, se cumple a largo plazo que

$$\frac{p_1^1}{p_2^1} \geq \frac{p_1}{p_2}, \quad \frac{p_1^2}{p_2^2} < \frac{p_1}{p_2}.$$

En cuanto a las proporciones  $v^1(t)$  y  $v^2(t)$ , (A2.4), teniendo en cuenta que  $x_1^1(t) = x_{11}^1(t) + x_{12}^1(t) = e^{rt}$ ;  $x_2^1(t) = k^1(t)$  y  $x_1^2(t) = I$ ;  $x_2^2(t) = x_{21}^2(t) + x_{22}^2(t) = k^2(t)$ , conforme el tiempo tiende a infinito, los valores de las mismas tienden a:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v^1(t) = \alpha + (1-\alpha) \frac{k^1(t)}{k^1(t) + k^2(t)}; \quad \lim_{t \rightarrow \infty} v^2(t) = \alpha, \quad (A2.11)$$

donde el límite de  $v^1(t)$  coincide con la proporción de renta mundial bruta que corresponde al País 1:

$$\frac{y^1(t)}{y(t)} = \overbrace{\alpha}^{\text{Proporción de la renta laboral mundial}} + (1-\alpha) \overbrace{\frac{k^1(t)}{k^1(t)+k^2(t)}}^{\text{Proporción de la renta del capital mundial que corresponde al País 1}} . \quad (A2.12)$$

Por su parte, la proporción de la renta mundial que corresponde al País 2 es igual a:

$$\frac{y^2(t)}{y(t)} = (1-\alpha) \overbrace{\frac{k^2(t)}{k^1(t)+k^2(t)}}^{\text{Proporción de la renta del capital mundial que corresponde al País 2}} , \quad (A2.13)$$

ya que su productividad del trabajo es constante. De esta manera, la renta del País 2 procede de forma creciente de su capital. Por lo tanto, podemos concluir que el País 2 importa el crecimiento sostenido del país 1 a través del comercio de bienes intermedios.

El mecanismo de transmisión es el volumen comercial, ya que  $x_{12}^1(t)$  crece a lo largo del tiempo debido a los incrementos de productividad en el sector del bien 1 en el País 1, mientras que los precios relativos (los términos de intercambio) tienden a un valor

constante en largo plazo,  $\frac{p_1}{p_2} = \alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{1}{\gamma\theta + \rho + \delta} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$ .

## **B) Modelo 2: Progreso Tecnológico Aumentador del Factor Capital**

### **B1) Situación de Autarquía**

El equilibrio competitivo se describe como un conjunto de asignaciones  $\{c^i(t), k^i(t), l^i(t)\}_{i=1,2}$ ; y precios,  $\{p_z^i(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$ , que resuelven los

problemas de las economías domésticas y de las empresas y que además vacían todos los mercados en ambas economías.

Para el conjunto de economías domésticas, el consumidor representativo resuelve el mismo programa que en el modelo anterior, obteniéndose la ecuación de Euler correspondiente:

$$\frac{\dot{c}^i(t)}{c^i(t)} = \frac{r^i(t) - \rho}{\theta}. \quad (B1.1)$$

Del mismo modo, del problema de maximización de beneficios respecto al bien final en ambos países obtenemos que los precios relativos de los bienes intermedios en los dos países son:

$$\frac{p_1^i(t)}{p_2^i(t)} = \frac{\alpha x_2^i(t)}{1 - \alpha x_1^i(t)}. \quad (B1.2)$$

Al igual que el modelo anterior, los países se diferencian entre sí en la producción de los bienes intermedios; en este caso en el País 1:  $x_1^1(t) = 1$ ,  $x_2^1(t) = e^{rt} k^1(t)$ , y el País 2:  $x_1^2(t) = 1$ ,  $x_2^2(t) = k^2(t)$ . Si sustituimos estas últimas expresiones en la expresión (B1.2) obtenemos que:

*País 1*

$$\left. \begin{aligned} p_1^1(t) &= \alpha (e^{rt} k^1(t))^{1-\alpha} \\ p_2^1(t) &= (1-\alpha) (e^{rt} k^1(t))^{-\alpha} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} e^{rt} k^1(t),$$

(B1.3)

*País 2*

$$\left. \begin{aligned} p_1^2(t) &= \alpha (k^2(t))^{1-\alpha} \\ p_2^2(t) &= (1-\alpha) (k^2(t))^{-\alpha} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1^2(t)}{p_2^2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} k^2(t).$$

Dado el comportamiento competitivo en los sectores de bienes intermedios en cada país, el salario y el tipo de interés se igualan a la productividad marginal del trabajo y del capital, respectivamente:

*País 1*

$$\begin{aligned} w^1(t) &= p_1^1(t)e^{rt} \rightarrow w^1(t) = \alpha \left( e^{rt} k^1(t) \right)^{1-\alpha} e^{rt} \\ r^1(t) &= p_2^1(t) - \delta \rightarrow r^1(t) = (1-\alpha) \left( \frac{k^1(t)}{e^{\frac{1-\alpha}{\alpha}rt}} \right)^{-\alpha} - \delta. \end{aligned} \tag{B1.4}$$

*País 2*

$$\begin{aligned} w^2(t) &= p_1^2(t) \rightarrow w^2(t) = \alpha \left( k^2(t) \right)^{1-\alpha} \\ r^2(t) &= p_2^2(t) - \delta \rightarrow r^2(t) = (1-\alpha) \left( k^2(t) \right)^{-\alpha} - \delta. \end{aligned}$$

Si sustituimos el valor de  $r^i(t)$  en la ecuación de Euler de cada país (B1.1) obtenemos:

*País 1:*

$$\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha) \left( \frac{k^1(t)}{e^{\frac{1-\alpha}{\alpha}rt}} \right)^{-\alpha} - \delta - \rho \right], \tag{B1.5}$$

*País 2:*

$$\frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = \frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha) \left( k^2(t) \right)^{-\alpha} - \delta - \rho \right].$$

En el equilibrio a largo plazo, todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. De la expresión (B1.5) se desprende que:

$$\begin{aligned} \frac{\dot{c}^1}{c^1} = \frac{\dot{k}^1}{k^1} = \frac{\dot{y}^1}{y^1} = \vartheta = \frac{1-\alpha}{\alpha} \gamma; \\ \frac{\dot{c}^2}{c^2} = \frac{\dot{k}^2}{k^2} = \frac{\dot{y}^2}{y^2} = 0. \end{aligned}$$

Evaluando la ecuación de Euler de cada país, (B1.1), en la SCE, obtenemos:

*País 1*

$$\frac{\dot{c}^1}{c^1} = \frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha) \left( \frac{k^1}{e^{\frac{1-\alpha}{\alpha}\gamma t}} \right)^{-\alpha} - \delta - \rho \right] = \gamma \rightarrow e^{\gamma t} k^1 = \left( \frac{(1-\alpha)\alpha e^{\gamma t}}{(1-\alpha)\gamma\theta + \alpha(\rho + \delta)} \right)^{\frac{1}{\alpha}}; \quad (B1.6)$$

*País 2*

$$\frac{\dot{c}^2}{c^2} = \frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha)(k^2)^{-\alpha} - \delta - \rho \right] = 0 \rightarrow k^2 = \left[ \frac{(1-\alpha)}{\delta + \rho} \right]^{1/\alpha}.$$

Sustituyendo los valores en (B1.6) en los precios relativos, obtenemos los precios relativos de ambos países en la SCE:

$$\begin{aligned} \frac{p_1^1}{p_2^1} &= \alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{\alpha e^{\gamma t}}{(1-\alpha)\gamma\theta + \alpha(\rho + \delta)} \right)^{\frac{1}{\alpha}}; \\ \frac{p_1^2}{p_2^2} &= \alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left( \frac{1}{\rho + \delta} \right)^{\frac{1}{\alpha}}. \end{aligned} \quad (B1.7)$$

A diferencia del modelo anterior, en este caso los precios relativos del País 1 no son constantes a largo plazo, sino que crecen a una tasa  $\gamma / \alpha$ .

## **B2) Situación de Libre Comercio de Bienes Intermedios**

De la expresión (B1.7) se desprende que el País 1 disfruta de ventaja comparativa en la producción del bien 2, y el País 2 en la producción de bien 1.

Lo mismo que para la situación de autarquía, el equilibrio competitivo se describe como un conjunto de asignaciones  $\{c^i(t), x_1^i(t), x_2^i(t), x_{21}^i(t), x_{11}^i(t), k^i(t), l^i(t)\}_{i=1,2}$ ; y precios,  $\{p_z(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$ , y precios que resuelven los problemas de las

economías domésticas y de las empresas, y que además vacían todos los mercados en ambas economías y en los mercados internacionales.

En el sector de la producción del bien final, el problema de las empresas en cada país:

*País 1*

$$\text{Max}_{x_{11}^1(t), x_{21}^1(t), x_{21}^2(t)} \left\{ (x_1^1(t) + x_{11}^2(t))^\alpha (x_{21}^1(t))^{1-\alpha} - p_1(t)(x_1^1(t) + x_{11}^2(t)) - p_2(t)x_{21}^1(t) \right\}, \quad (B2.1)$$

*País 2*

$$\text{Max}_{x_1^2(t), x_{12}^1(t), x_{22}^2(t)} \left\{ (x_{12}^2(t))^\alpha (x_2^2(t) + x_{22}^1(t))^{1-\alpha} - p_1(t)x_{12}^2(t) - p_2(t)(x_2^2(t) + x_{22}^1(t)) \right\}.$$

Atendiendo al comportamiento competitivo de las empresas productoras del bien final, de los problemas (B2.1), tenemos que los precios relativos en ambos países son iguales a:

*País 1*

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_{21}^1(t)}{x_1^1(t) + x_{11}^2(t)},$$

*País 2*

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^2(t) + x_{22}^1(t)}{x_{12}^2(t)}. \quad (B2.2)$$

Dado que en un contexto de libre comercio los precios relativos deben ser los mismos en equilibrio, y se cumple que la balanza comercial está en equilibrio:

$p_1(t)x_{22}^1(t) = p_2(t)x_{11}^2(t)$ , entonces:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_{21}^1(t)}{x_1^1(t) + x_{11}^2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^2(t) + x_{22}^1(t)}{x_{12}^2(t)} = \frac{x_{22}^1(t)}{x_{11}^2(t)}. \quad (B2.3)$$

Si definimos  $v^1(t) \equiv \frac{x_{21}^1(t)}{x_2^1(t)}$  y  $v^2(t) \equiv \frac{x_{11}^2(t)}{x_1^2(t)}$ , de la expresión (B2.3) obtenemos:

$$\begin{aligned} v^1(t) &\equiv \frac{x_{21}^1(t)}{x_2^1(t)} = \frac{(1-\alpha)x_1^2(t)}{x_1^1(t)+x_1^2(t)} + \frac{x_1^1(t)(x_2^1(t)+\alpha x_2^2(t))}{x_2^1(t)(x_2^1(t)+x_2^2(t))}; \\ v^2(t) &\equiv \frac{x_{11}^2(t)}{x_1^2(t)} = \frac{(1-\alpha)(x_1^2(t)x_2^1(t)-x_2^2(t)x_1^1(t))}{x_1^2(t)(x_2^1(t)+x_2^2(t))}. \end{aligned} \tag{B2.4}$$

Además teniendo en cuenta (B2.3), (B2.4) y que en este caso:

$$\begin{aligned} x_1^1(t) &= I; \quad x_2^1(t) = x_{21}^1(t) + x_{22}^1(t) = e^{rt}k^1(t); \\ x_1^2(t) &= x_{11}^2(t) + x_{12}^2(t) = I; \quad x_2^2(t) = k^2(t), \end{aligned} \tag{B2.5}$$

encontramos que el precio relativo de los bienes intermedios es igual a:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{e^{rt}k^1(t)+k^2(t)}{2}. \tag{B2.6}$$

Para garantizar que los beneficios del libre comercio no desaparezcan a lo largo del tiempo es necesario que:

$$\left. \frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} \geq \frac{p_1(t)}{p_2(t)}, \quad \frac{p_1^2(t)}{p_2^2(t)} < \frac{p_1(t)}{p_2(t)} \right\} \rightarrow \frac{k^2(t)}{k^1(t)} \leq e^{rt} \text{ para } t \geq \tilde{t}. \tag{B2.7}$$

En el equilibrio a largo plazo, todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. En este caso, a diferencia del anterior, el comercio no conduce a la igualación de los tipos de interés entre los países. De la expresión que define el tipo de interés en ambos países:



$$r^1(t) = (1-\alpha) \left( \frac{e^{rt} k^1(t) + k^2(t)}{2} \right)^{-\alpha} e^{rt} - \delta; \quad (B2.8)$$

$$r^2(t) = (1-\alpha) \left( \frac{e^{rt} k^1(t) + k^2(t)}{2} \right)^{-\alpha} - \delta.$$

inferimos que sólo existirá una SCE si el tipo de interés en el País 1 es constante e igual a cero en el del País 2. De esta manera el capital físico del País 2 es nulo en el largo plazo ( $k^2(t) = 0$ ).

Sustituyendo el tipo de interés en (B2.8), la ecuación de Euler del País 1:

$$\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{r^1(t) - \rho}{\theta} = \frac{1}{\theta} \left[ (1-\alpha) \left( \frac{e^{rt} k^1(t) + k^2(t)}{2} \right)^{-\alpha} e^{rt} - \delta - \rho \right], \quad (B2.9)$$

y teniendo en cuenta que  $k^2(t) = 0$ , se infiere que en el largo plazo la tasa de crecimiento es igual a:

$$\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{\dot{k}^1(t)}{k^1(t)} = g = \frac{1-\alpha}{\alpha} \gamma. \quad (B2.10)$$

En cuanto a las proporciones expresadas  $v^1(t)$  y  $v^2(t)$  en (B2.4), teniendo en cuenta que  $x_1^1(t) = I$ ;  $x_2^1(t) = x_{21}^1(t) + x_{22}^1(t) = e^{rt} k^1(t)$  y  $x_1^2(t) = x_{11}^2(t) + x_{12}^2(t) = I$ ;  $x_2^2(t) = k^2(t)$ , conforme el tiempo tiende a infinito, tienden a:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v^1(t) = 1 - \frac{\alpha}{2}; \quad \lim_{t \rightarrow \infty} v^2(t) = \frac{\alpha}{2}; \quad (B2.11)$$

donde estos límites coinciden con los límites de las proporciones de renta mundial bruta que corresponden a cada país.

De esta manera:

$$\frac{y^1(t)}{y(t)} = \overset{\substack{\text{La totalidad de la} \\ \text{renta mundial} \\ \text{del capital}}}{\hat{1}} + \overset{\substack{\text{Proporción de la renta laboral mundial} \\ \text{que corresponde al país 1}}}{\frac{\hat{\alpha}}{2}}, \quad (B2.12)$$

$$\frac{y^2(t)}{y(t)} = \overset{\substack{\text{Proporción de la renta laboral mundial} \\ \text{que corresponde al país 2}}}{\frac{\hat{\alpha}}{2}}.$$

Dado que  $k^2(t) = 0$ , de la restricción presupuestaria del País 2 y de la condición  $w^2(t) = p_1(t)$ , se deriva que  $c^2(t) = p_1(t)$ . De modo que:

$$\frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = \frac{\dot{p}_1(t)}{p_1(t)}, \quad (B2.13)$$

Teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de los precios evaluada en SCE, tenemos que

$$\frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = g. \quad (B2.14)$$

Como en el modelo anterior, el comercio acaba actuando como motor de crecimiento sostenido para el País 2.

En este caso, sin embargo, los términos de intercambio:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{e^{r_1} k^1(t) + k^2(t)}{2}, \quad (B2.15)$$

no son constantes sino que cada vez son más favorables para el País 2. Identificándose de esta manera como el mecanismo a través del cual se difunde el crecimiento sostenido al País 2.

## **CAPITULO 3:**

# **Aprendizaje por la Práctica y la Transmisión del Crecimiento Sostenido a través del Volumen Comercial**

*En el capítulo anterior mostramos, a través de dos modelos sencillos, el papel que puede desempeñar el comercio internacional en la difusión del crecimiento sostenido. Los modelos desarrollados nos permitieron identificar las vías a través de las cuales se transmitía el crecimiento. Sin embargo, las hipótesis tomadas, hasta cierto punto excesivamente restrictivas, podían poner en entredicho los resultados obtenidos. En este capítulo demostraremos que la generalización del primer modelo del capítulo anterior puede dar lugar al mismo tipo de resultado encontrado en el Capítulo 2.*

*Presentamos un modelo de crecimiento endógeno con acumulación de capital humano a la Arrow (1962). La economía mundial está formada por dos países que producen dos bienes finales, bien de consumo y bien de inversión, potencialmente comerciados. Los países se diferencian entre sí en la productividad del trabajo que presentan los sectores. En el País 1, el capital humano se acumula a través de un proceso de aprendizaje por la práctica o “learning by doing” en ambos sectores, mientras que en el País 2 el proceso de aprendizaje o “learning” sólo tiene lugar en el sector del bien de consumo.*

*La situación de libre comercio, tal que el País 1 produce bien de capital y el País 2 bien de consumo, conduce a la transmisión del crecimiento sostenido de la primera economía a la segunda. El impacto de la acumulación de capital sobre el crecimiento será permanente, permitirá a la economía estancada superar los efectos negativos causados por la asignación de parte de sus recursos hacia la producción del bien cuyas vías de aprendizaje son nulas. Por otro lado, los términos de intercambio en este modelo van a permanecer constantes en el largo plazo, dado que todas las tecnologías presentan rendimientos constantes a escala en los factores reproducibles. En cambio, el volumen de comercio crecerá permanentemente, identificándose de esta manera como el mecanismo a través del cual se difunde el crecimiento sostenido a la economía estancada.*

### **3.1 Introducción**

¿Puede el comercio internacional ser el único motor de crecimiento para una economía estancada?. En el capítulo anterior presentamos dos modelos sencillos de crecimiento exógeno que nos permitieron valorar hasta qué punto el comercio puede llegar a ser un vehículo de difusión del crecimiento sostenido entre los países. A pesar de las hipótesis tomadas, los modelos resultaron útiles como simples instrumentos teóricos que nos permitieron dar respuesta a esta cuestión. En este capítulo, nuestro objetivo será eliminar algunos supuestos restrictivos del primer modelo, y desarrollar un modelo menos restrictivo que nos permita obtener el mismo tipo de resultados. Concretamente, presentamos un modelo de crecimiento endógeno con acumulación de capital humano y dos sectores productivos, sector del bien de consumo y sector del bien de capital.

En los modelos de crecimiento neoclásico la única manera de explicar el crecimiento a largo plazo es a través de los cambios tecnológicos exógenos, que permiten superar los efectos de los rendimientos decrecientes del capital. Sin embargo, existen evidencias suficientes para creer que el progreso tecnológico depende de decisiones económicas, del mismo modo que la acumulación de capital físico. Aceptando esta afirmación, aparecieron diferentes modelos que intentaron hacer endógeno el progreso tecnológico. Sin embargo, la inclusión de cambios tecnológico en los modelos neoclásicos resulta problemática, principalmente porque no puede mantenerse las hipótesis competitivas tradicionales. Más concretamente, si la función de producción presenta rendimientos constantes a escala en los factores trabajo y capital, cuando la tecnología se mantiene constante, entonces presentará rendimientos crecientes a escala en los tres factores,

trabajo, capital físico y capital humano. Estos rendimientos a escala crecientes resultan conflictivos en un marco competitivo ya que, en esta situación, el teorema de Euler predice que no todos los factores se retribuirán en función de su productividad marginal.

Para solucionar este problema, Arrow (1962) construyó un modelo en el que las mejoras tecnológicas resultan como consecuencia de la experiencia que se obtiene al introducir nuevos bienes de capital en el proceso productivo. A este fenómeno se le ha denominado aprendizaje por la práctica o, usando la terminología inglesa, “learning-by-doing”<sup>1</sup>. En este modelo, el conocimiento es considerado como un bien de inversión, lo que permite superar los rendimientos decrecientes de la acumulación del capital, que son responsables del estancamiento en el largo plazo en los modelos neoclásicos. Una empresa que incrementa su capital físico aprende simultáneamente cómo producir de forma más eficiente, es decir, este proceso tiene su origen en la inversión que realizan las empresas. Así, existen complementariedades entre el capital físico y el conocimiento incorporado en los trabajadores, o capital humano. Arrow entendió el proceso de “learning by doing” como una externalidad que supone que las empresas pueden beneficiarse a coste cero del conocimiento acumulado en otras. Los factores productivos, capital y trabajo, continúan recibiendo su productividad marginal, ya que en el equilibrio competitivo no se paga ninguna compensación adicional.

El conocimiento incorporado en los trabajadores, que se genera a través del proceso de “learning by doing”, puede resultar en capital humano general o específico. En el primer caso, los conocimientos acumulados en una empresa son generales cuando son útiles en cualquier otra empresa de la economía. El capital humano también puede ser

específico a la empresa si sólo es productivo allí donde fue generado. En este sentido, si el trabajador abandona la empresa donde adquirió los conocimientos, estos dejan de ser productivos y, de este modo, no son remunerados. Otro ejemplo de capital humano específico es aquél que sólo es productivo en el sector al que pertenece la empresa que lo generó. En este caso, hablaríamos de capital humano específico al sector. Así, los conocimientos incorporados en el trabajador serían útiles siempre y cuando éste permaneciera dentro del sector. El modelo que presentamos en este capítulo incluye procesos de “learning by doing” que producen capital humano general en un país y capital humano específico a un sector en la otra economía.

Es importante remarcar que, en el modelo que desarrollamos en este capítulo, a diferencia del presentado en el Capítulo 2, las economías poseen más de un sector de bien final, concretamente bien de consumo y de capital. En el marco del comercio internacional la existencia de más de un sector de bien final puede tener efectos adicionales sobre las tasas de crecimiento de los países, a través de cambios en la asignación de los recursos entre sectores inducida por la ventaja comparativa. Como apunta el libro de Aghion y Howitt (1998), los efectos sobre el crecimiento económico debidos a la reasignación de los recursos inducida por la ventaja comparativa son ambiguos, y depende de si el comercio de bienes está asociado o no con la difusión internacional de conocimiento. Si la difusión de conocimiento es de ámbito internacional, entonces todos los países se beneficiarán del aprendizaje con independencia del tipo de producto en el que se especialicen. Por contra, si la difusión de conocimiento sólo tiene carácter nacional, entonces el comercio puede cambiar los patrones de especialización de los países, induciéndolos a dedicar todos sus recursos a la

---

<sup>1</sup> En este caso podía catalogarse como “learning-by-investing” (aprendiendo por la inversión).



producción de bienes con bajo potencial de aprendizaje, afectando negativamente a su crecimiento y bienestar.

En esta línea encontramos los modelos de Stockey (1991), Lucas (1991) y Young (1991). Este último parte de un modelo de “learning-by-doing” que se limita al ámbito nacional, en el que se analizan los efectos del comercio internacional sobre el crecimiento y el bienestar de los dos países que participan. El comercio surge como consecuencia de las diferencias tecnológicas que presentan los países, y las ganancias obtenidas dependen del patrón inicial de especialización. El autor concluye que el país menos desarrollado se especializará en bienes con bajo potencial de aprendizaje, de modo que el comercio acabará provocando una reducción en la tasa de crecimiento de estos países. Sólo los países más desarrollados van a ver aumentada su tasa de crecimiento y su bienestar al explotar su ventaja comparativa. Dentro de esta óptica, existe una creencia común en la literatura de crecimiento endógeno de que si los países menos desarrollados se especializan en bienes con bajo potencial de aprendizaje, entonces el comercio reducirá la tasa de crecimiento de estos países, incrementándose de este modo las diferencias entre países ricos y pobres.

Las conclusiones obtenidas en estos modelos son inconsistentes con la evidencia empírica. Los numerosos estudios empíricos existentes, (Levine y Renelt (1992), Frankel, Romer y Cyrus (1996), Dollar y Kraay (2004)), demuestran el impacto positivo del comercio en el crecimiento de los países. A este respecto, Redding (1999) mostró que el gobierno puede jugar un papel fundamental en la determinación “correcta” del patrón de especialización de la economía. Argumenta que si los países en vías de desarrollo se especializan de acuerdo con la ventaja comparativa que poseen cuando

empiezan a comerciar, normalmente en bienes con bajo potencial de aprendizaje, el comercio resultará perjudicial en términos de crecimiento y bienestar. La intervención estatal iría encaminada a proteger a aquellos sectores con mayores potencialidades de “learning”, pero en los que la economía no posee ventaja comparativa estática.<sup>2</sup> El autor muestra que la protección puede retirarse una vez el sector ha acumulado la experiencia suficiente y se revele el “verdadero” patrón de especialización.

Goh y Oliver (2002) también presentaron una aportación relevante en este sentido. Desarrollaron un modelo de crecimiento con “learning by doing” coherente con la literatura empírica. Demuestran que los efectos negativos del comercio en los países que se especializan en productos con bajo potencial de aprendizaje no tienen lugar si los productos que importan estos países son bienes de capital. En este caso, el acceso a bienes de capital a un menor coste es suficientemente importante como para superar los efectos negativos que se derivan de la localización de sus recursos en productos con bajo potencial de aprendizaje.

La estructura del modelo de crecimiento endógeno con acumulación de capital humano que desarrollamos en este capítulo es como sigue. Las empresas que incrementan su capital físico aprenden simultáneamente cómo producir más eficientemente y, por tanto, existe una complementariedad entre el capital físico y el capital humano. Los dos países producen dos bienes finales potencialmente comerciables: bien de consumo y bien de inversión. Ambos bienes se producen utilizando capital y trabajo, con tecnologías o funciones de producción del tipo Cobb-Douglas que exhiben rendimientos constantes a escala. Los países se diferencian entre sí

---

<sup>2</sup> Pone como ejemplo la intervención exitosa del gobierno Coreano en la producción de hierro y acero.

en la productividad del trabajo que presentan los sectores. En el País 1, las unidades eficientes de trabajo, o capital humano, en ambos sectores se acumula mediante un proceso de “learning by doing” a la Arrow (1962) que genera capital humano general. En el País 2, el proceso de “learning by doing” tiene lugar en el sector de bien de consumo, y la acumulación de conocimiento en el sector de bien de capital es nula. Por tanto, el capital humano generado es específico al sector de bien de consumo. Es importante remarcar que la producción de conocimiento en el País 2 está caracterizada por rendimientos decrecientes, ya que sólo tiene lugar en el sector de bienes de consumo.

El comportamiento del País 1 se representa a través de una versión del modelo de crecimiento endógeno desarrollado por Arrow (1962) y, por tanto, en un contexto de autarquía esta economía disfruta de crecimiento sostenido. En el País 2, en cambio, el sector de bien de capital no presenta crecimiento en la productividad del trabajo. En este país, ninguno de los factores reproducibles se acumula con una tecnología que presenta rendimientos constantes a escala en los factores reproducibles. En otras palabras, en el País 2 no se cumple la condición necesaria para la existencia de crecimiento endógeno establecida por Rebelo (1991), y de este modo en la tasa de crecimiento en autarquía es nula.

La apertura de los países al comercio internacional puede provocar que la economía estancada supere los rendimientos decrecientes, y disfrutar de este modo de crecimiento sostenido en el largo plazo. Si el País 1 y el País 2 explotan su ventaja comparativa en los sectores de bien de capital y de consumo, respectivamente, la economía estancada podrá dejar a un lado la producción del bien de capital y especializarse en la producción

del bien de consumo, lo que le permitirá acumular permanentemente capital humano. De este modo, el comercio permitirá a la economía estancada superar los efectos negativos causados por la localización de sus recursos hacia productos cuyas vías de aprendizaje son nulas.

De nuevo, identificamos los posibles efectos positivos del comercio sobre las tasas de crecimiento de las economías estancadas. Además, al igual que el primer modelo presentado en el Capítulo 2, los términos de intercambio se mantienen constantes en el largo plazo, en cambio el volumen comercial se incrementa continuamente, identificándose de esta manera como el mecanismo a través del cual el crecimiento se transmite a la economía estancada.

Como hemos analizado en el Capítulo 1, las aportaciones teóricas más interesantes en la relación entre el comercio y el crecimiento económico se han realizado en el marco de los modelos de crecimiento endógenos. Los efectos positivos del comercio sobre el crecimiento a largo plazo de los países se han atribuido, básicamente, a la difusión de la tecnología y de los conocimientos (ej. Ribera-Batiz y Romer, 1991, o Grossman y Helpman, 1997). En ellos juega un papel fundamental la existencia de economías de escala en un contexto internacional. Sin embargo, los datos rechazan la existencia de este tipo de efecto a escala (Jones, 1995, Backus, Kehoe, Kehoe, 1992). Ante esta situación, los efectos del comercio son más ambiguos cuando no es posible la difusión internacional del conocimiento. Como hemos visto, ésta es la creencia general de la mayoría de modelos de crecimiento endógeno (Stockey, 1991, Young, 1991).

En nuestro modelo, la transmisión del crecimiento a la economía estancada requiere que ésta abandone la producción del bien que no genera ganancia de productividad. La situación de comercio puede estar caracterizada por especialización completa de ambos países, si las potencialidades de aprendizaje del País 2 son mayores o iguales a las del País 1, o por especialización incompleta del País 1, si las potencialidades de aprendizaje del País 2 son menores que las del País 1. En el primer caso, el equilibrio de largo plazo de la economía mundial está caracterizado por una senda de crecimiento equilibrado en la que ambos países crecen a la misma tasa. Por tanto, el País 2 logra “importar” el crecimiento sostenido del País 1. Bajo especialización incompleta, el equilibrio de la economía mundial se caracteriza por una cuasi-senda de crecimiento sostenido en la que el País 2 crece a una tasa positiva, pero menor que la del País 1. De este resultado se sigue que las proporciones de la renta mundial que corresponden al País 1 y al País 2 convergen a uno y cero, respectivamente, conforme el tiempo tiende a infinito. Por tanto, también en este caso la economía estancada logra “importar” el crecimiento sostenido del País 1, aunque no logra igualar su tasa de crecimiento. Ello se debe a las complementariedades existentes entre el capital físico y humano, que impiden la igualación de los tipos de interés en ambos países. El papel del volumen comercial en la difusión del crecimiento se mantiene también bajo especialización incompleta.

A continuación pasamos a analizar el modelo. Para facilitar la comprensión del mismo, en el apéndice resolvemos con detalle el modelo descrito en este capítulo.

## 3.2 El Modelo

El modelo que desarrollamos presenta crecimiento endógeno con acumulación de capital humano y se basa en el de Arrow (1962). La economía mundial está compuesta por dos países,  $i = 1, 2$ . En este caso, los dos países producen dos bienes finales: un bien de consumo,  $y_{cj}^i(t)$ ,  $i = 1, 2$ , y un bien de capital,  $y_{kj}^i(t)$ ;  $i = 1, 2$ , ambos potencialmente comerciables. La notación utilizada,  $y_{kj}^i(t)$ , indica la cantidad de bien de capital producido en el país  $i$  y utilizado en el país  $j$ . Cuando analicemos la situación de autarquía omitiremos el subíndice  $j$ , ya que la producción será utilizada íntegramente en el país de origen. Para producir dichos bienes, disponen de dos factores de producción, capital físico y trabajo,  $k^i(t)$  y  $l^i(t)$  respectivamente. Del mismo modo, la notación utilizada,  $k_c^i(t)$  y  $k_k^i(t)$ , indica el capital físico que el país  $i$  asigna a la producción del bien de consumo y de capital, respectivamente. La asignación del factor trabajo en el sector de consumo y de capital vendrá especificado por  $l_c^i(t)$  y  $l_k^i(t)$ , respectivamente.

Trabajaremos bajo los siguientes supuestos: los movimientos internacionales de factores no están permitidos, todos los mercados son competitivos y los bienes finales propios e importados en cada sector son sustitutivos perfectos.

Cada país está formado por un continuo de economías domésticas idénticas que normalizamos a uno. No hay crecimiento de la población. Las economías domésticas están dotadas con una unidad de tiempo en cada periodo, que sólo pueden utilizar para trabajar. Esta hipótesis implica que la población en cada momento del tiempo puede ser

identificada con los recursos de trabajo existentes en la economía, y que todas las variables aparecen expresadas en términos per cápita.

Ambos países poseen muchas empresas competitivas que producen los dos bienes finales. En el sector de bien de consumo, los dos países acumulan capital humano mediante un proceso de aprendizaje por la práctica o “learning by doing” a la Arrow. De esta manera existe complementariedad entre el capital físico y el capital humano. Es importante puntualizar que, en el País 2, este efecto de aprendizaje es específico del sector, y no genera ningún beneficio en el otro sector, es una externalidad de carácter sectorial. Los dos países producen el bien de consumo mediante una misma función de producción tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala:

$$y_c^i(t) = (k_c^i(t))^\varphi (h^i(t)l_c^i(t))^{1-\varphi}. \quad (1)$$

El trabajo efectivo en el sector de bien de consumo,  $h^i(t)l_c^i(t)$ , resulta de multiplicar el trabajo destinado a este sector,  $l_c^i(t)$ , por el capital humano disponible en el país  $i$ ,  $h^i(t)$ . Además, normalizamos a 1 el precio del bien de consumo, de esta manera el precio del bien de capital,  $p^i(t)$ , estará expresado en términos del bien de consumo.

Por su parte, en el sector de bien de capital los dos países se diferencian entre sí en la productividad del trabajo. Más concretamente, en el País 1 el capital humano se acumula mediante un proceso de “learning-by-doing”, del mismo modo que en el sector del bien de consumo, mientras que en el País 2 el factor trabajo es un factor no reproducible. Dada esta especificación, las funciones de producción del tipo Cobb-

Douglas con rendimientos constantes a escala que presentan los países en el sector de bien de capital son, respectivamente,

$$\begin{aligned}
 & \text{País 1} \\
 & y_k^1(t) = (k_k^1(t))^{\rho} (h^1(t) l_k^1(t))^{1-\rho}, \\
 & \text{País 2} \\
 & y_k^2(t) = (k_k^2(t))^{\rho} (l_k^2(t))^{1-\rho}.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Dadas las especificaciones adoptadas, en el País 1 el capital humano,  $h^1(t)$ , puede ser utilizado en ambos sectores. La ecuación que define la acumulación de capital humano en este país viene dada por:

$$\dot{h}^1(t) = \gamma^1 I^1(t) - \delta h^1(t). \tag{3}$$

En el País 2, por su parte, el proceso de aprendizaje sólo tiene lugar en el sector de bien de consumo, de modo que la dinámica del capital humano en este país viene dada por:

$$\dot{h}^2(t) = \gamma^2 I_c^2(t) - \delta h^2(t). \tag{4}$$

En las expresiones (3) y (4),  $\gamma^1$  y  $\gamma^2$  son parámetros positivos que reflejan la productividad en la acumulación de capital humano, o potencialidades de aprendizaje de los países. Como veremos posteriormente, la relación existente entre  $\gamma^1$  y  $\gamma^2$  será fundamental para la obtención de los resultados.

Si definimos  $v^i(t)$  como la proporción invertida en el país  $i$  en el sector de bien de capital, y  $1-v^i(t)$  como la proporción invertida en el sector de bien de consumo en este



mismo país, entonces en los dos países tenemos que  $I^i(t) = y_k^i(t) = I_k^i(t) + I_c^i(t)$ ,  
 $I_k^i(t) = v^i(t)y_k^i(t)$  y  $I_c^i(t) = (1 - v^i(t))y_k^i(t)$ .

Los países poseen las mismas preferencias. El consumidor representativo obtiene utilidad del consumo del bien final,  $c^i(t)$ , y maximiza su utilidad total descontada a la tasa  $\rho > 0$ .<sup>3</sup>

$$U^i(0) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{(c^i(t))^{1-\theta} - 1}{1-\theta} dt, \quad \theta > 0, \quad (5)$$

sujeito a la restricción presupuestaria y a la dotación de tiempo y a la dotación inicial de riqueza, respectivamente:

$$\begin{aligned} \dot{A}^i(t) &= r_k^i(t)A_k^i(t) + r_c^i(t)A_c^i(t) + w_k^i(t)l_k^i(t) + w_c^i(t)l_c^i(t) - c^i(t), \\ A_k^i(t) + A_c^i(t) &\leq A^i(t), \\ l_k^i(t) + l_c^i(t) &\leq 1, \\ A^i(0) &> 0 \text{ dado} \end{aligned} \quad (6)$$

donde  $A_k^i(t)$  y  $A_c^i(t)$  representan la riqueza mantenida en activos emitidos por los sectores de bien de capital y de consumo cuya suma es igual a la riqueza total  $A^i(t)$ .

Las variables  $r_k^i(t)$  y  $r_c^i(t)$  representan las tasas respectivas de rendimiento de los activos, o tipos de interés, y  $w_k^i(t)$  y  $w_c^i(t)$  denotan el salario por unidad de tiempo en el sector de bien de capital y de consumo, respectivamente. Nótese que los activos emitidos por ambos sectores son sustitutivos perfectos, por lo que en equilibrio las tasas de rendimiento entre sectores deben igualarse. Como es habitual, supondremos que los agentes tienen previsión perfecta.

---

<sup>3</sup> Si  $\theta = 1$ , la utilidad instantánea es igual a  $\ln|c^i(t)|$ .

Realizada la descripción de la economía, pasaremos a continuación a caracterizar el equilibrio en una situación de autarquía y en una situación de libre comercio. Como indicamos anteriormente, los cálculos correspondientes se especifican en el apéndice.

### 3.3 La Situación de Autarquía

En los modelos neoclásicos descritos en el Capítulo 2 la tasa de crecimiento de cada país venía dada por la tasa de crecimiento exógena del progreso tecnológico. En los modelos de “learning by doing”, como modelos de crecimiento endógeno, la tasa de crecimiento de los países en el largo plazo depende de parámetros endógenos a la economía, como el nivel de ahorro y la productividad del capital (véase el capítulo 4 de Barro y Sala-y-Martin, 1995). En el modelo que desarrollamos, el País 1 viene representado por una versión del modelo desarrollado por Arrow (1962).

El equilibrio competitivo se define como el conjunto de asignaciones y precios que satisfacen los problemas de las empresas y de las economías domésticas, y que vacían todos los mercados en ambas economías.

En los dos países, el comportamiento competitivo de las empresas en el sector de bien de consumo implica que el tipo de interés y el salario son iguales al valor de la productividad marginal del capital y del trabajo, respectivamente:

$$r_c^i(t) = \frac{\dot{P}^i(t)}{P^i(t)} + \frac{I}{P^i(t)} \varphi (k_c^i(t))^{\varphi-1} (h^i(t) l_c^i(t))^{1-\varphi} - \delta, \quad (7)$$

$$w_c^i(t) = (1-\varphi) (k_c^i(t))^{\varphi} (h^i(t))^{1-\varphi} (l_c^i(t))^{-\varphi},$$

donde  $p^i(t)$ ,  $i = 1, 2$  representa el precio del bien de capital en términos del bien de consumo, dado que el precio del bien de consumo se toma como numerario.

Por su parte, el comportamiento competitivo de las empresas en el sector del bien de capital también implica que el tipo de interés en este sector se iguale a la productividad marginal del capital:

*País 1*

$$\begin{aligned} r_k^1(t) &= \frac{\dot{p}^1(t)}{p^1(t)} + \varphi (k_k^1(t))^{\varphi-1} (h^1(t) l_k^1(t))^{1-\varphi} - \delta, \\ w_k^1(t) &= (1-\varphi) p^1(t) (k_k^1(t))^\varphi (h^1(t))^{1-\varphi} (l_k^1(t))^{-\varphi}, \end{aligned} \tag{8}$$

*País 2*

$$\begin{aligned} r_k^2(t) &= \frac{\dot{p}^2(t)}{p^2(t)} + \varphi (k_k^2(t))^{\varphi-1} (l_k^2(t))^{1-\varphi} - \delta, \\ w_k^2(t) &= (1-\varphi) p^2(t) (k_k^2(t))^\varphi (l_k^2(t))^{-\varphi}, \end{aligned}$$

Dado que en la producción de los dos bienes finales se utiliza trabajo y capital como inputs, en equilibrio la retribución de los factores debe ser la misma en los dos sectores, cumpliéndose  $r_k^i(t) = r_c^i(t)$  y  $w_k^i(t) = w_c^i(t)$ .

A partir de este último resultado encontramos que en equilibrio, la asignación de factores en cada sector en los dos países es igual a:

$$\begin{aligned} \frac{k_c^i(t)}{k_k^i(t)} = \frac{l_c^i(t)}{l_k^i(t)} \rightarrow k_k^i(t) = l_k^i(t) k^i(t), \quad k_c^i(t) = l_c^i(t) k^i(t), \\ k^i(t) = k_k^i(t) + k_c^i(t), \quad l^i(t) = l_k^i(t) + l_c^i(t) = 1, \quad i = 1, 2. \end{aligned} \tag{9}$$

De las anteriores ecuaciones anteriores encontramos que los precios de equilibrio del bien de capital en el País 1 y en el País 2 son iguales a:

$$\begin{aligned}
 p^1(t) = 1 &\rightarrow \frac{\dot{p}^1(t)}{p^1(t)} = 0, \\
 p^2(t) = (h^2(t))^{1-\varphi} &\rightarrow \frac{\dot{p}^2(t)}{p^2(t)} = (1-\varphi) \frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)},
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

respectivamente.

En el equilibrio a largo plazo todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. Según la condición establecida por Rebelo (1991), para garantizar la existencia de crecimiento endógeno positivo es necesario que exista en la economía al menos un factor reproducible que se acumule mediante una tecnología con rendimientos constantes a escala en los factores reproducibles. En el País 1, en ambos sectores, el capital físico y el capital humano son factores reproducibles, de acuerdo con la condición de Rebelo podemos afirmar que el País 1 crecerá a largo plazo a una tasa positiva. Por su parte, en el País 2 el trabajo en el sector de bien de capital es un factor no reproducible, de modo que en este país el capital humano se acumula únicamente por la inversión realizada en el sector de bien de consumo. Por tanto, en el País 2 ninguno de los factores reproducibles se acumula con una tecnología que presente rendimientos constantes a escala en los factores reproducibles. Podemos concluir que en un contexto de autarquía el País 2 no disfrutará de crecimiento sostenido.

Para garantizar una tasa de crecimiento constante del consumo per cápita es necesario que el tipo de interés en ambos países se mantenga constante a lo largo del

tiempo. Si definimos  $z^1(t) \equiv \frac{k^1(t)}{h^1(t)}$ , como el capital físico por unidad de capital

humano en el País 1, entonces el tipo de interés en cada país es igual a:

$$\begin{aligned} r^1(t) &= \varphi(z^1(t))^{\varphi-1} - \delta, \\ r^2(t) &= (1-\varphi)\frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)} + \varphi(k^2(t))^{\varphi-1} - \delta. \end{aligned} \tag{11}$$

De la anterior expresión (11), es fácil ver que en el País 1 el capital físico, el capital humano y el consumo crecerán a una misma tasa constante  $\vartheta$  a lo largo de la senda de crecimiento equilibrado (SCE):

$$\vartheta = \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} - \rho - \delta}{\sigma}, \tag{12}$$

mientras que en el País 2 la tasa de crecimiento es nula.

Finalmente, el precio relativo del bien de capital en términos de bien de consumo en cada país nos permitirá establecer el patrón de especialización de los países en un contexto de libre comercio. De la expresión (10) hemos obtenido que en un contexto de autarquía  $p^1(t) = 1$ ,  $p^2(t) = (h^2(t))^{1-\varphi}$ .

Dado que en el País 2 a lo largo de la SCE se cumple que  $\frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = \frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)} = \frac{\dot{k}^2(t)}{k^2(t)} = 0$ ,

de la expresión que define la dinámica del capital humano (4), encontramos que el valor de equilibrio estacionario del capital humano en este país es igual a:

$$h^2 = \gamma^2 \left( 1 - \frac{\varphi\delta}{\delta + \rho} \right) \left( \frac{\varphi}{\delta + \rho} \right)^{\frac{1}{1-\varphi}}, \tag{13}$$

donde a partir de ahora la omisión del tiempo denotará valores estacionarios sobre la SCE. El resultado anterior permite obtener los precios de autarquía a largo plazo de los dos países, cuyas expresiones son:

$$p^1 = 1; \quad p^2 = \left( \gamma^2 \left( 1 - \frac{\varphi \delta}{\delta + \rho} \right) \right)^{1-\varphi} \frac{\varphi}{\delta + \rho}. \quad (14)$$

### 3.4 La Situación de Libre Comercio

Nuestro objetivo en este apartado es demostrar que el comercio internacional puede difundir el crecimiento sostenido al País 2, el cual permanecía estancado en un contexto de autarquía. Además, identificaremos el mecanismo que le permite al País 2 superar los rendimientos decrecientes participando en los mercados internacionales. A partir de los resultados encontrados valoraremos si esta generalización del Modelo 1 del capítulo anterior mantiene las mismas conclusiones obtenidas en el capítulo segundo.

Dado que estamos interesados en demostrar que el comercio puede llegar a ser el único motor de crecimiento para la economía estancada, imponemos la ventaja comparativa que lo hace posible. En concreto, este resultado sólo se producirá si el País 1 tiene ventaja comparativa en la producción del bien de capital, y el País 2 en la producción de bien de consumo. Por tanto, imponemos que los precios de autarquía en la expresión (14) son tales que  $p^1(t) < p^2(t) \rightarrow 1 < (h^2)^{1-\varphi}$ . El hecho de que el capital humano agregado del País 2 sea mayor que la unidad es lo que cabría esperar de un modelo razonable. Por tanto, consideramos que el supuesto necesario para que exista la posibilidad de difusión del crecimiento a través del comercio también lo es.

A pesar de que la estructura de la economía mundial presentada, formada por únicamente dos países, pueda parecer bastante simple, recoge algunos de los principales hechos estilizados relacionados con las pautas del comercio entre países desarrollados y en vías de desarrollados. Los datos confirman que los países desarrollados intercambian bienes de consumo por bienes de capital. Entre 1980 y 1989, el porcentaje de bienes de capital respecto al total de exportaciones de estos países hacia los países en vías de desarrollo era alrededor del 40%.

En este caso, dada la especificación de la economía, el comercio puede caracterizarse por un patrón de especialización completa de los dos países, o por un patrón de especialización incompleta por parte del País 1. Como veremos a continuación los resultados encontrados en ambas situaciones serán muy distintos, y nos llevarán a conclusiones desiguales.

### **3.4.1 Especialización Completa**

Estudiaremos el caso en el que los dos países adoptan un patrón de especialización completa, tal que el País 1 destina todos sus recursos a la producción del bien de capital, y el País 2 a la producción del bien de consumo. Ante este nuevo marco analizaremos si le permite al País 2 superar los rendimientos decrecientes a la acumulación de capital físico y crecer permanentemente.

Parte de la producción total del bien de capital producida en el País 1 a su vez, será exportada al País 2 y el resto será utilizada en el propio país de origen. Lo mismo ocurre para el bien de consumo en el País 2. A este respecto, definimos  $v'(t)$  como la parte de

la producción total de bien de capital que se destina al propio país de origen, y  $v^2(t)$  como la parte de la producción total del bien de consumo que el País 2 exporta al País 1, esto es:

$$v^1(t) \equiv \frac{y_{k1}^1(t)}{y_k^1(t)}, \quad v^2(t) \equiv \frac{y_{c1}^2(t)}{y_c^2(t)}. \quad (15)$$

En un contexto de libre comercio retomaremos el segundo subíndice en las variables, indicando el país de destino del bien en cuestión. Recordemos que, por ejemplo,  $y_{k2}^1(t)$  expresa el bien de capital producido en el País 1 exportado a su vez al País 2.

Utilizando esta notación, las funciones que definen la dinámica del capital físico y humano en ambos países en un contexto de libre comercio con especialización completa, vienen dadas por:

$$\begin{aligned} & \text{País 1} \\ & \dot{k}^1(t) = v^1(t) y_k^1(t) - \delta k^1(t), \\ & \dot{h}^1(t) = \gamma^1 v^1(t) y_k^1(t) - \delta h^1(t), \\ & \text{País 2} \\ & \dot{k}^2(t) = (1 - v^1(t)) y_k^1(t) - \delta k^2(t), \\ & \dot{h}^2(t) = \gamma^2 (1 - v^1(t)) y_k^1(t) - \delta h^2(t). \end{aligned} \quad (16)$$

El comportamiento competitivo de las empresas productoras del bien de capital y de consumo en el País 1 y en el 2 supone que el tipo de interés y el salario en ambos países son igual al valor de las productividades marginales del capital y del trabajo, respectivamente:



*País 1*

$$r^1(t) = \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \varphi (k^1(t))^{\varphi-1} (h^1(t))^{1-\varphi} - \delta,$$

$$w^1(t) = (1-\varphi) p(t) (k^1(t))^\varphi (h^1(t))^{1-\varphi},$$

(17)

*País 2*

$$r^2(t) = \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \frac{1}{p(t)} \varphi (k^2(t))^{\varphi-1} (h^2(t))^{1-\varphi} - \delta,$$

$$w^2(t) = (1-\varphi) (k^2(t))^\varphi (h^2(t))^{1-\varphi}.$$

Nótese que en la anterior expresión, dado que existe especialización completa, se cumple que  $l'_k(t) = l^1(t) = 1$ ,  $l'_c(t) = l^2(t) = 1$ . Por su parte, el cumplimiento de la condición de equilibrio externo implica que:

$$p(t) y'_{k2}(t) = y^2_{cl}(t) \rightarrow p(t) = \frac{v^2(t) y^2_c(t)}{1 - v^1(t) y^1_k(t)}. \quad (18)$$

Los resultados anteriores nos permiten analizar el equilibrio a largo plazo de la economía mundial. Para facilitar la notación, definimos  $z^i(t) \equiv \frac{k^i(t)}{h^i(t)}$ , como el capital físico por unidad de capital humano en el País  $i$ . Teniendo en cuenta esta definición, los tipos de interés de cada país en la expresión (17) pueden expresarse como:

$$r^1(t) = \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \varphi (z^1(t))^{\varphi-1} - \delta,$$

(19)

$$r^2(t) = \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \frac{1}{p(t)} \varphi (z^2(t))^{\varphi-1} - \delta.$$

Dada la ecuación de Euler, para garantizar una tasa de crecimiento constante para el consumo es necesario que los tipos de interés del País 1 y del País 2 (expresión (19)) permanezcan constantes en el largo plazo. Dadas estas expresiones, comprobamos que la economía mundial converge a una SCE, en la que el consumo, el capital físico y humano en ambos países deben crecer a una misma tasa constante positiva, y las proporciones  $v^1(t)$  y  $v^2(t)$  se mantiene constantes a lo largo del tiempo.

De este modo, en un contexto de libre comercio se cumple que  $\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)}$  y, por tanto, que los tipos de interés de ambos países se igualan. De todas estas condiciones obtenemos que sobre la SCE se cumple que  $k^1(t)/k^2(t) = v^1/(1-v^1)$  y que  $v^1 = v^2$ . El valor de la proporción exportada-importada de bien final por cada país viene dada por:

$$v^1 = v^2 = \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} + (\sigma - 1)\delta - \rho}{\sigma(\gamma^1)^{1-\varphi}}. \quad (20)$$

Atendiendo a estos resultados, podemos concluir que los países crecen a la misma tasa constante  $\vartheta$ , cuyo valor viene dado por la expresión (12), es decir, la tasa de crecimiento que disfrutaba el País 1 en un contexto de autarquía.

Además el precio internacional del bien de capital en términos de bien de consumo permanece constante sobre la SCE, y es igual a:

$$P = \left( \frac{\gamma^2}{\gamma^1} \right)^{1-\varphi}. \quad (21)$$

Para garantizar que los beneficios del comercio se mantendrán a largo plazo, es decir, que ambos países tengan incentivos a comerciar permanentemente, necesitamos comparar el precio del bien de capital, en términos del bien de consumo, en autarquía, (14), con el precio de este bien en un contexto de libre comercio (21). El patrón de especialización completa es beneficioso para el País 1 sólo en el caso de se cumpla la condición:

$$p^1 \leq p \rightarrow \gamma^1 \leq \gamma^2. \quad (22)$$

Es decir, el País 1 tendrá incentivo a comerciar bajo un patrón de especialización completa siempre y cuando las potencialidades de aprendizaje en el País 2, que vienen dadas por  $\gamma^2$ , son mayores o iguales a las del País 1, esto es a  $\gamma^1$ .

Dados los resultados obtenidos podemos afirmar que, cuando los países se especializan completamente, el comercio internacional transmite el crecimiento sostenido al País 2. Además, en este caso los términos de intercambio permanecen constantes en el largo plazo, identificándose el volumen comercial como el mecanismo a través del cual se transmite el crecimiento al País 2.

El País 2 puede superar los rendimientos decrecientes participando en los mercados internacionales. La economía estancada abandona la producción del bien de capital, que no le proporcionaba ganancias de productividad, y dedica todos sus recursos a la producción del bien con potencialidades de aprendizaje, el bien de consumo. Esto le permite acumular capital humano permanentemente. De este modo, a mayores cantidades importadas de bien de capital del País 1, el País 2 acumulará mayor nivel de

conocimiento. El volumen comercial crecerá continuamente identificándose como la vía a través de la cual el País 2 puede disfrutar de crecimiento sostenido.

Del mismo modo que en artículo de Goh y Olivier (2002), identificamos los efectos positivos que genera el comercio en la tasa de crecimiento a largo plazo de las economías menos desarrolladas, resultado que es coherente con la evidencia empírica. La diferencia principal entre el modelo desarrollado por Goh y Olivier y el presentado en este capítulo es el tipo de “learning by doing” que se adopta en cada caso. En nuestro caso, el efecto aprendizaje es una versión del modelo de Arrow, en el que las mejoras tecnológicas resultan como consecuencia de la experiencia que se deriva de la introducción de nuevos bienes de capital en el proceso productivo. Una empresa que incrementa su capital físico aprende simultáneamente cómo producir más eficientemente y, por tanto, existe una complementariedad entre el capital físico y el capital humano. En cambio, en el modelo de Goh y Olivier, el efecto “learning by doing” tiene su origen en el volumen de producción de la propia empresa; a medida que una empresa produce más, aprende cómo producir más eficientemente. Como veremos en el siguiente apartado, la diferencia en el tipo de especificación adoptada condiciona los resultados obtenidos.

### **3.4.2 Especialización Incompleta**

En la sección anterior hemos visto que el País 1 se especializaba completamente sólo si las potencialidades de aprendizaje en el País 2 eran mayores o iguales que las suyas propias, es decir, si se cumplía que  $\gamma^1 \leq \gamma^2$ . En caso contrario, es decir si  $\gamma^1 > \gamma^2$ , el

País 1 sólo participará en el comercio internacional adoptando un patrón de especialización incompleta.

Ante esta situación, el País 1 produce los dos bienes finales, exportando parte del bien de capital e importando una parte del bien de consumo producido en el País 2. Por su parte, la economía estancada continuará destinando todos sus recursos a la producción del bien de consumo.

Dado el comportamiento competitivo de las empresas en ambos países, el tipo de interés y el salario se igualan al valor de las productividades marginales del capital y del trabajo, respectivamente. De este modo, tenemos que en el País 1 el tipo de interés y el salario en ambos sectores son iguales a los de autarquía que aparecían en las expresiones (7) y (8). Asimismo, el tipo de interés y el salario en el País 2 son iguales a los de la situación de comercio bajo especialización completa que aparecían en la expresión (17).

La utilización de los dos inputs en el País 1 para producir los dos bienes finales implica que en el equilibrio debe cumplirse que  $r'_k(t) = r'_c(t)$  y  $w'_k(t) = w'_c(t)$ , lo que implica que  $p(t) = 1$ , esto es, que el precio del capital en términos del bien de consumo debe ser el del País 1 en autarquía y, además, que la asignación de los recursos entre sectores es igual a la que aparecía en la expresión (9). Estos resultados implican que las expresiones del tipo de interés de equilibrio del País 1 y del País 2 son iguales a:

*País 1*

$$r^1(t) = \varphi(z^1(t))^{\varphi-1} - \delta, \tag{23}$$

*País 2*

$$r^2(t) = \varphi(z^2(t))^{\varphi-1} - \delta.$$

donde  $z^1(t)$  y  $z^2(t)$  representan las ratios entre el capital físico y humano, como ya fueron definidas anteriormente. Asimismo, las expresiones de acumulación de capital físico y de capital humano de ambos países son iguales a las que aparecían en la expresión (16).

Ya estamos en condiciones de analizar el equilibrio a largo plazo de la economía mundial. En el equilibrio los capitales y el consumo de los países deben crecer a una tasa constante, y las proporciones  $l_k^1(t)$ ,  $v^1(t)$  y  $v^2(t)$  debería, a priori, ser estacionarias ya que toman valores entre cero y uno. Como veremos, dos de estas proporciones no son estacionarias, por lo que el equilibrio a largo plazo no va a ser una SCE.

Para que la tasa de crecimiento del consumo en ambos países sea constante, el tipo de interés a largo plazo también debe serlo. De la expresión (23) se deduce que el

cumplimiento de esta condición requiere que  $\frac{\dot{k}^1(t)}{k^1(t)} = \frac{\dot{h}^1(t)}{h^1(t)}$  y  $\frac{\dot{k}^2(t)}{k^2(t)} = \frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)}$ . De la

igualación de las tasas de crecimiento del capital físico y del capital humano en ambos países obtenemos que  $z^1(t) = 1/\gamma^1$  y  $z^2(t) = 1/\gamma^2$ . Por tanto, los tipos de interés no se igualan, siendo mayor el del País 1 que el del País 2, y la tasa de crecimiento del

consumo, del capital físico y humano, y de la renta del País 1 será mayor que la del País 2, siendo estas tasas de crecimiento:

$$\begin{aligned}
 & \text{País 1} \\
 & g^1 = \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} - \rho - \delta}{\sigma}, \\
 & \text{País 2} \\
 & g^2 = \frac{\varphi(\gamma^2)^{1-\varphi} - \rho - \delta}{\sigma},
 \end{aligned}
 \tag{24}$$

De la expresión anterior queda claro que  $g^2 < g^1$ , puesto que en este caso se cumple que  $\gamma^2 < \gamma^1$ .

Igualando la tasa de crecimiento del consumo y del capital físico del País 1 obtenemos que el producto de las proporciones  $l'_k(t)$  y  $v^1(t)$  es constante en el largo plazo. Asimismo, igualando la tasa de crecimiento del consumo y del capital físico en el País 2, y teniendo en cuenta el equilibrio en la balanza comercial, obtenemos que la proporción  $v^2(t)$  es constante. Estos valores se muestran en la expresión siguiente:

$$\begin{aligned}
 v^1(t)l'_k(t) &= \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} + (\sigma - 1)\delta - \rho}{\sigma(\gamma^1)^{1-\varphi}}, \\
 v^2 &= \frac{\varphi(\gamma^2)^{1-\varphi} + (\sigma - 1)\delta - \rho}{\sigma(\gamma^2)^{1-\varphi}}.
 \end{aligned}
 \tag{25}$$

Teniendo en cuenta que la condición de equilibrio de la balanza comercial puede describirse como  $p = 1 = \frac{v^2}{(1 - v^1(t))l'_k(t)} \left(\frac{\gamma^2}{\gamma^1}\right)^{1-\varphi} \frac{k^2(t)}{k^1(t)}$ , queda claro que:

$$l'_k(t) = v^1(t)l'_k(t) + v^2 \left( \frac{\gamma^2}{\gamma^1} \right)^{1-\varphi} \frac{k^2(t)}{k^1(t)},$$

$$v^1(t)l'_k(t) \text{ es constante y cumple que:} \tag{26}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} l'_k(t) = 0,$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v^1(t) = 1,$$

es decir, dado que el capital del País 1 crece a una mayor tasa que el capital del País 2,  $l'_k(t)$  se aproxima a cero conforme el tiempo tiende a infinito. Dado que  $v^1(t)l'_k(t)$  es constante, el anterior resultado implica que  $v^1(t)$  tiende a uno conforme el tiempo tiende a infinito. De los resultados en la expresión anterior, se deduce que el equilibrio de la economía mundial está caracterizado por una cuasi-senda de crecimiento equilibrado (CSCE) en la que el País 1 crece a una tasa mayor que el País 2. La proporción de producción de bien de consumo exportada por el País 2 es constante en el largo plazo, pero la proporción de bien de capital exportado por el País 1 tiende a la unidad conforme el tiempo tiende a infinito.

Conforme el tiempo tiende a infinito, las proporciones de la renta mundial que corresponden al País 1 y al País 2 tienden a uno y cero, respectivamente. Efectivamente, definiendo la renta del País 1 como  $y^1(t)$  y la del País 2 como  $y^2(t)$ , y la renta mundial como  $y(t) = y^1(t) + y^2(t)$ , podemos escribir:



$$\begin{aligned}
 y^1(t) &= p(t)y'_k(t) + y'_c(t) \rightarrow y^1(t) = (k^1(t))^\varphi (h^1(t))^{1-\varphi} \rightarrow y^1(t) = (\gamma^1)^{1-\varphi} k^1(t) \\
 y^2(t) &= y'_c(t) \rightarrow y^2(t) = (k^2(t))^\varphi (h^2(t))^{1-\varphi} \rightarrow y^2_c(t) = (\gamma^2)^{1-\varphi} k^2(t), \\
 y(t) &= y^1(t) + y^2(t) \rightarrow y(t) = (\gamma^1)^{1-\varphi} k^1(t) + (\gamma^2)^{1-\varphi} k^2(t), \tag{27}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{y^1(t)}{y(t)} &= \frac{(\gamma^1)^{1-\varphi} k^1(t)}{(\gamma^1)^{1-\varphi} k^1(t) + (\gamma^2)^{1-\varphi} k^2(t)} \rightarrow \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{y^1(t)}{y(t)} = 1, \\
 \frac{y^2(t)}{y(t)} &= \frac{(\gamma^2)^{1-\varphi} k^2(t)}{(\gamma^1)^{1-\varphi} k^1(t) + (\gamma^2)^{1-\varphi} k^2(t)} \rightarrow \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{y^2(t)}{y(t)} = 0.
 \end{aligned}$$

Además, la tasa de crecimiento de la economía mundial,  $\mathcal{G}(t)$ , tiende a la tasa de crecimiento del País 1 conforme el tiempo tiende a infinito:

$$\begin{aligned}
 \mathcal{G}(t) &\equiv \frac{\dot{y}(t)}{y(t)}, \mathcal{G}^1 \equiv \frac{\dot{y}^1(t)}{y^1(t)}, \mathcal{G}^2 \equiv \frac{\dot{y}^2(t)}{y^2(t)}, \\
 \mathcal{G}(t) &= \frac{y^1(t)}{y(t)} \mathcal{G}^1 + \frac{y^2(t)}{y(t)} \mathcal{G}^2 \rightarrow \lim_{t \rightarrow \infty} \mathcal{G}(t) = \mathcal{G}^1. \tag{28}
 \end{aligned}$$

Los resultados bajo especialización incompleta del País 1 permiten concluir que, también en este caso, el País 2 logra importar el crecimiento sostenido, aunque es incapaz de crecer a la misma tasa que el País 1. Esta situación se debe a la existencia de complementariedades entre el capital físico y humano implicadas por el proceso de “learning by doing” a la Arrow (1962). En el largo plazo, la ratio capital físico-capital humano debe ser igual a la inversa del parámetro de productividad en la acumulación de capital humano (potencialidades de aprendizaje). Dado que el País 1 produce los dos bienes, su equilibrio debe replicar el de autarquía en el largo plazo. En concreto, en el País 1 los tipos de interés y el salario entre sectores deben igualarse, y los precios internacionales deben ser los mismos que aquellos del País 1 en autarquía. Este hecho

impide la igualación de los tipos de interés entre los países y, por tanto, de las tasas de crecimiento. La relación capital físico-capital humano siempre será mayor en el País 2, por lo que su tipo de interés siempre será menor que el del País 1. La disparidad en los rendimientos del capital genera incentivos a reducir la proporción de la producción de bien de capital exportada al País 2.

Es importante remarcar que el País 2 está creciendo de forma sostenida en el largo plazo, cosa que no hacía en autarquía. Debe tenerse en cuenta que el hecho de que la proporción de la producción de capital que el País 1 exporta al País 2 tienda a cero no significa de ninguna manera que las importaciones del País 2 estén decreciendo; al contrario, están creciendo a la misma tasa que sus exportaciones, es decir, a la tasa  $\mathcal{G}^2$ . Este último resultado se deduce inmediatamente del equilibrio en la balanza comercial en el largo plazo:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Imp. País 2} \\ \text{Exp. País 1} \end{array} \right\} = p(t)(1 - \nu^1(t))y_k^1(t) \xrightarrow{\text{CSCE}} l_k^1(t)(1 - \nu^1(t))(\gamma^1)^{1-\varphi} k^1(t),$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Exp. País 2} \\ \text{Imp. País 1} \end{array} \right\} = \nu^2(t)y_c^2(t) \xrightarrow{\text{CSCE}} \nu^2(\gamma^2)^{1-\varphi} k^2(t). \quad (29)$$

Equilibrio en la balanza comercial:

$$l_k^1(t)(1 - \nu^1(t))(\gamma^1)^{1-\varphi} k^1(t) = \nu^2(\gamma^2)^{1-\varphi} k^2(t).$$

Las exportaciones del País 2 (importaciones del País 1) crecen a la tasa a la que crece el País 2. Los términos de intercambio de los países son constantes e iguales a uno y, por tanto, las importaciones del País 2 (exportaciones del País 1) también crecen a la tasa a la que crece el País 2. Así, la conclusión es de nuevo que el volumen comercial

está creciendo constantemente, mientras que los términos de intercambio permanecen constantes. El crecimiento sostenido se transmite, por tanto, vía volumen comercial.

### **3.5 Conclusiones**

En este capítulo hemos presentado un modelo más general que el primer modelo desarrollado en el Capítulo 2. La eliminación de algunas hipótesis restrictivas nos ha permitido seguir afirmando que el comercio puede llegar a ser un “motor” de crecimiento para una economía estancada. Además, el volumen comercial continúa identificándose en este nuevo contexto como el mecanismo a través del cual se difunde el crecimiento sostenido.

Cuando las potencialidades de aprendizaje del País 2 son superiores o iguales a las del País 1, entonces la participación en el comercio bajo un patrón de especialización completa permite a la economía estancada disfrutar de crecimiento sostenido y, además, converger en tasa de crecimiento con el país que crece en autarquía. A mayores cantidades importadas de bien de capital por parte de la economía estancada, ésta acumulará más conocimiento, lo que impulsará su crecimiento económico. El volumen comercial se identifica como la vía a través de la cual se transmite el crecimiento sostenido.

El modelo también ha mostrado que si la situación de comercio se caracteriza por un patrón de especialización incompleta por parte del país que crece, entonces la convergencia en tasas de crecimiento no tiene lugar. En concreto, la economía estancada logra crecer de forma sostenida, pero a una tasa menor que la del otro país. Este resultado se debe a la existencia de complementariedades entre el capital físico y el

humano implicada por el proceso de aprendizaje a la Arrow (1962), que impide que se igualen los tipos de interés entre países. La complementariedad supone que los capitales físico y humano se combinan en una proporción constante en el largo plazo, que es igual a la inversa del parámetro de productividad en la acumulación de capital humano (potencialidades de aprendizaje). Dado que las potencialidades de aprendizaje de la economía estancada son menores que las de la otra economía, su relación capital físico-capital humano será siempre mayor y su tipo de interés que los del país. Bajo esta situación, este último país siempre tendrá incentivos a reducir la proporción exportada de la producción de bien de capital. Por todo ello, las proporciones de la renta mundial que corresponden al país que crece y a la economía estancada tienden a uno y cero, respectivamente, conforme el tiempo tiende a infinito. No obstante, el resultado crucial es la transmisión del crecimiento permanente a la economía estancada que, también en este caso, se produce vía incrementos del volumen comercial, ya que los términos de intercambio permanecen constantes en el largo plazo.

Existe abundante evidencia empírica que muestra la importancia del volumen comercial en la relación entre el comercio y el crecimiento económico. Por ejemplo, Dollar y Kraay (2004) muestran que existe una fuerte correlación positiva entre los cambios en su volumen comercial y los cambios en las tasas de crecimiento de aquellos países en vías de desarrollo que han ido avanzando hacia una situación de libre comercio, es decir, que han ido eliminando paulatinamente todas las barreras comerciales.

## **Bibliografía**

- Aghion, P y Howitt, P. (1998). *Endogenous Growth Theory*, Cambridge: MIT Press.
- Arrow, K.J. (1962). "The Economic Implications of Learning by Doing," *Review of Economic Studies*, 29, pp. 155-173.
- Barro, R. (1991). "Economic Growth in a Cross Section of Countries," *Quarterly Journal of Economics*, 106, pp. 407-443.
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1995). *Economic Growth*, New York: McGraw Hill.
- Coe, D., Helpman, E., y Hoffmaister, A. (1997). "North-South spillovers," *Economic Journal*, 107, pp. 134-149.
- Dollar, D. y Kraay, A. (2004). "Trade, Growth and poverty," *Economic Journal*, 114, pp. F22-F49.
- Edwards, S. (1998), "Openness, Productivity and Growth: What Do We Really Know?," *Economic Journal*, 108, pp. 383-398.
- Ekholm, K. y Södersten, B. (2002). "Growth and Trade vs. Trade and Growth," *Small Business Economics*, 19, pp.147-162.
- Goh, A. and Olivier, J. (2002). "Learning by Doing, Trade in Capital Goods and Growth," *Journal of International Economics*, 2, pp.411-444.
- Grossman, G. M. and Helpman, E. (1997). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge: The MIT Press.
- Jones, C. (1997), "On the Evolution of the World Income Distribution," *Journal of Economic Perspectives*, pp. 19-36.
- Keller, W. (2001). "International Technology Diffusion," *NBER Working Paper No. 8573*.
- Keller, W. (2002). "Trade and the Transmission of Technology," *Journal of Economic Growth*, 7, pp. 5-24.

Rebelo, S. (1991). "Long Run Policy Analysis and Long Run Growth," *Journal of Political Economy*, 99, pp. 500-521.

Redding, S. (1999). "Dynamic Comparative Advantage and the Welfare Effects of Trade," *Oxford Economics Papers*, 51, pp. 15-39.

Rivera-Batiz, L.A. y Romer, P (1991). "International Trade with Endogenous Technological Change," *European Economic Review*, 35, pp. 971-1004.

Solow, R. M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, 70, pp. 65-94.

Stockey, N. L. (1998). "Learning by Doing and the Introduction of New Goods," *Journal of Political Economy*, 96, pp 701-717.

Young, A. (1991). "Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade," *Quarterly Journal of Economics*, 106, pp. 369-405.

## **Apéndice**

En este apéndice detallamos la resolución del modelo descrito en este capítulo. Tomaremos como marco de referencia el modelo y las hipótesis descritas en el apartado 2. Para facilitar la comprensión, se repetirán algunas expresiones a las que ya hemos hecho referencia a lo largo de este capítulo. Partiendo de los problemas de los agentes, analizaremos primeramente el equilibrio a largo plazo en un contexto de autarquía, y posteriormente el equilibrio de libre comercio de bienes bajo especialización completa, e incompleta por parte del País 1.

### **A) Situación de Autarquía**

El equilibrio competitivo se define como un conjunto de asignaciones,  $\{c^i(t), k^i(t), k_k^i(t), l_k^i(t), h^i(t)\}_{i=1,2}$  y precios,  $\{p^i(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$  que resuelven los problemas de las economías domésticas y de las empresas, y que vacían todos los mercados en ambas economías.

Dado que los dos países están formados por un continuo de economías domésticas idénticas que poseen las mismas preferencias, en ambos países el problema del consumidor representativo viene dado por:

$$\text{Max}_{c^i(t)} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{(c^i(t))^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} dt, \quad \sigma > 0, \quad (A.1)$$

sujeto a la restricción presupuestaria, la restricción sobre la asignación de la riqueza y del tiempo a los sectores de bien de consumo y de capital, y a la dotación inicial de riqueza:

$$\begin{aligned}
 \dot{A}^i(t) &= r_k^i(t) A_k^i(t) + r_c^i(t) A_c^i(t) + w_k^i(t) l_k^i(t) + w_c^i(t) l_c^i(t) - c^i(t), \\
 A_k^i(t) + A_c^i(t) &\leq A^i(t), \\
 l_k^i(t) + l_c^i(t) &\leq L, \\
 A^i(0) &> 0 \text{ dado}
 \end{aligned}
 \tag{A.2}$$

respectivamente. Nótese que dos de las condiciones de primer orden del hogar son  $r_k^i(t) = r_c^i(t)$  y  $w_k^i(t) = w_c^i(t)$ .

Resolviendo el problema anterior, obtenemos la ecuación de Euler de los dos países:

$$\frac{\dot{c}^i(t)}{c^i(t)} = \frac{r^i(t) - \rho}{\sigma}.
 \tag{A.3}$$

Los dos países producen un bien de consumo,  $y_c^i(t)$ , y un bien de capital,  $y_k^i(t)$ , utilizando capital y trabajo. Las dos economías sólo se diferencian en la productividad del trabajo en el sector del bien de capital. De este modo, el problema de la empresa productora del bien de consumo será el mismo en ambos países.

En el sector del bien de consumo el problema intertemporal de maximización de beneficios en ambos países es igual a:

$$\text{Max}_{l_c^i(t), l_k^i(t)} \int_0^{\infty} e^{-\int_0^t r_c^i(\tau) d\tau} \left\{ (k_c^i(t))^\varphi (h^i(t) l_c^i(t))^{1-\varphi} - w_c^i(t) l_c^i(t) - p^i(t) I_c^i(t) \right\} dt,
 \tag{A.4}$$

sujeto a la acumulación de capital físico, la dotación de capital en este sector y dada la senda temporal del capital humano:

$$\begin{aligned}
 \dot{k}_c^i(t) &= I_c^i(t) - \delta k_c^i(t), \\
 k_c^i(0) &> 0 \text{ dado, } h^i(t) \forall t \text{ dado.}
 \end{aligned}
 \tag{A.5}$$



Recuérdese que hemos tomado el bien de consumo como numerario. Las condiciones de primer orden vienen dadas por:

$$w_c^i(t) = (1 - \varphi)(k_c^i(t))^\varphi (h^i(t))^{1-\varphi} (l_c^i(t))^{-\varphi}, \quad (A.6)$$

$$-e^{-\int_0^t r_c^i(\tau) d\tau} p^i(t) + \lambda_c^i(t) = 0, \quad (A.7)$$

$$\dot{\lambda}_c^i(t) = -e^{-\int_0^t r_c^i(\tau) d\tau} \varphi (k_c^i(t))^{\varphi-1} (h^i(t) l_c^i(t))^{1-\varphi} + \lambda_c^i(t) \delta, \quad (A.8)$$

y la acumulación de capital físico en la expresión (A.5). La variable  $\lambda_c^i(t)$  representa el multiplicador asociado a la acumulación de capital físico en el País  $i$ .

Derivando la ecuación (A.7) con respecto al tiempo obtenemos que la tasa de crecimiento del multiplicador es  $\frac{\dot{\lambda}_c^i(t)}{\lambda_c^i(t)} = -r_c^i(t) + \frac{\dot{p}^i(t)}{p^i(t)}$ . Si introducimos (A.7) en (A.8), obtenemos una nueva expresión para la tasa de crecimiento del multiplicador. La igualación de ambas expresiones permite escribir el tipo de interés como:

$$r_c^i(t) = \frac{\dot{p}^i(t)}{p^i(t)} + \frac{1}{p^i(t)} \varphi (k_c^i(t))^{\varphi-1} (h^i(t) l_c^i(t))^{1-\varphi} - \delta. \quad (A.9)$$

En el sector de bien de capital existen diferencias entre los dos países, más concretamente:

$$\begin{aligned} y_k^1(t) &= (k_k^1(t))^\varphi (h^1(t) l_k^1(t))^{1-\varphi}, \\ y_k^2(t) &= (k_k^2(t))^\varphi (l_k^2(t))^{1-\varphi}. \end{aligned} \quad (A.10)$$

Para resolver el problema de la empresa en este sector, empezaremos tomando una expresión genérica para ambos países  $y_k^i(t)$ , para posteriormente diferenciar la solución encontrada en las dos economías.

De esta manera, el problema intertemporal de maximización de beneficios en ambos países es igual a:

$$\text{Max}_{\{y_k^i(t), I_k^i(t)\}} \int_0^{\infty} e^{-\int_0^t r_k^i(\tau) d\tau} \{P^i(t) y_k^i(t) - w_k^i(t) l_k^i(t) - P^i(t) I_k^i(t)\} dt, \quad (A.11)$$

sujeto a la acumulación de capital físico y a la dotación de capital en este sector:

$$\begin{aligned} \dot{k}_k^i(t) &= I_k^i(t) - \delta k_k^i(t), \\ k_k^i(0) &> 0. \end{aligned} \quad (A.12)$$

Si  $\lambda_k^i(t)$  se define como el multiplicador asociado a la acumulación de capital físico en el País  $i$ , las condiciones de primer orden viene dadas por:

$$w_k^i(t) = P^i(t) \frac{\partial y_k^i(t)}{\partial l_k^i(t)}, \quad (A.13)$$

$$-e^{-\int_0^t r_k^i(\tau) d\tau} P^i(t) + \lambda_k^i(t) = 0, \quad (A.14)$$

$$\dot{\lambda}_k^i(t) = -e^{-\int_0^t r_k^i(\tau) d\tau} \frac{\partial y_k^i(t)}{\partial k_k^i(t)} + \lambda_k^i(t) \delta, \quad (A.15)$$

y la acumulación de capital en la expresión (A.12).

A continuación operamos con las condiciones de primer orden, como hicimos en el sector de bien de consumo. Derivando la ecuación (A.14) con respecto al tiempo

obtenemos  $\frac{\dot{\lambda}_k^i(t)}{\lambda_k^i(t)} = -r_k^i(t) + \frac{\dot{P}^i(t)}{P^i(t)}$ . Sustituyendo (A.14) en la expresión (A.15)

obtenemos, e igualando la expresión resultante con la anterior, obtenemos el tipo de interés:

$$r_k^i(t) = \frac{\dot{p}^i(t)}{p^i(t)} + \frac{\partial y_k^i(t)}{\partial k_k^i(t)} - \delta. \quad (A.16)$$

Considerando las funciones de producción en (A.10), las expresiones (A.13) y (A.16) para cada país pueden expresarse como:

*País 1*

$$w_k^1(t) = p^1(t)(1-\varphi)(k_k^1(t))^\varphi (h^1(t))^{1-\varphi} (l_k^1(t))^{-\varphi},$$

$$r_k^1(t) = \frac{\dot{p}^1(t)}{p^1(t)} + \varphi(k_k^1(t))^{\varphi-1} (h^1(t)l_k^1(t))^{1-\varphi} - \delta,$$

(A.17)

*País 2*

$$w_k^2(t) = p^2(t)(1-\varphi)(k_k^2(t))^\varphi (l_k^2(t))^{-\varphi},$$

$$r_k^2(t) = \frac{\dot{p}^2(t)}{p^2(t)} + \varphi(k_k^2(t))^{\varphi-1} (l_k^2(t))^{1-\varphi} - \delta,$$

Recordemos que en el País 1 el proceso de aprendizaje a la Arrow (1962) tiene lugar en los dos sectores:

$$\dot{h}^1(t) = \gamma^1 \overbrace{I^1(t)}^{I_k^1(t)+I_c^1(t)} - \delta h^1(t), \quad (A.18)$$

mientras que en el País 2 este proceso únicamente tiene lugar en el sector de bien de consumo, de modo que en este país la acumulación de capital humano es:

$$\dot{h}^2(t) = \gamma^2 I_c^2(t) - \delta h^2(t). \quad (A.19)$$

Una vez establecidos los problemas de los agentes económicos, derivaremos determinados resultados que serán útiles para caracterizar el equilibrio a largo plazo de las dos economías en un contexto de autarquía.

En ambos países se debe cumplir que la retribución de los factores se iguala entre sectores. En el **País 1** dado que  $w_c^I(t) = w_k^I(t)$ , a partir de las expresiones (A.6) y (A.17) tenemos que:

$$p^I(t) = \left( \frac{k_c^I(t)}{k_k^I(t)} \right)^\varphi \left( \frac{l_k^I(t)}{l_c^I(t)} \right)^\varphi. \quad (A.20)$$

Además, de las expresiones (A.9) y (A.17) si  $r_c^I(t) = r_k^I(t)$ , el precio del bien de capital es igual a:

$$p^I(t) = \left( \frac{k_k^I(t)}{k_c^I(t)} \right)^{1-\varphi} \left( \frac{l_c^I(t)}{l_k^I(t)} \right)^{1-\varphi}. \quad (A.21)$$

Igualando las expresiones (A.20) y (A.21), tenemos que:

$$\frac{k_c^I(t)}{k_k^I(t)} = \frac{l_c^I(t)}{l_k^I(t)}, \quad (A.22)$$

Sustituyendo (A.22) en (A.20) o en (A.21), encontramos que el precio del bien de capital en términos del bien de consumo en el País 1 es igual a uno

$$p^I(t) = 1 \quad \forall t \rightarrow \frac{\dot{p}^I(t)}{p^I(t)} = 0. \quad (A.23)$$

Teniendo en cuenta las condiciones de equilibrio  $k^l(t) = k_c^l(t) + k_k^l(t)$  y  $I = I_c^l(t) + I_k^l(t)$  y la expresión (A.22), encontramos que:

$$\begin{aligned} k_k^l(t) &= I_k^l(t) k^l(t), \\ k_c^l(t) &= I_c^l(t) k^l(t) \rightarrow k_c^l(t) = (I - I_k^l(t)) k^l(t). \end{aligned} \tag{A.24}$$

Para facilitar la notación, definimos  $z^l(t) \equiv \frac{k^l(t)}{h^l(t)}$ . Teniendo en cuenta (A.23) y

(A.24), el tipo de interés y el salario en el País 1 pueden expresarse como:

$$\begin{aligned} r^l(t) &= \varphi (z^l(t))^{\varphi-1} - \delta, \\ w^l(t) &= (1 - \varphi) (z^l(t))^\varphi. \end{aligned} \tag{A.25}$$

Sustituyendo la expresión del tipo de interés (A.25) en la ecuación de Euler (A.3), tenemos:

$$\frac{\dot{c}^l(t)}{c^l(t)} = \frac{\varphi (z^l(t))^{\varphi-1} - \delta - \rho}{\sigma}. \tag{A.26}$$

Además, dado que todo el bien de consumo se destina íntegramente al país de origen, en el equilibrio debe cumplirse que  $c^l(t) = y_c^l(t)$ . Asimismo de las expresiones que definen la acumulación de capital físico (A.5) y el efecto de aprendizaje en el País 1, (A.18), encontramos que:

$$\begin{aligned} \frac{\dot{k}^l(t)}{k^l(t)} &= I_k^l(t) (z^l(t))^{\varphi-1} - \delta, \\ \frac{\dot{h}^l(t)}{h^l(t)} &= \gamma I_k^l(t) (z^l(t))^\varphi - \delta. \end{aligned} \tag{A.27}$$

En el equilibrio a largo plazo todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante, y  $l_k^1(t)$  debe ser estacionaria, pues toma valores entre cero y uno. Para garantizar que existe equilibrio a largo plazo, el tipo de interés debe ser constante. A partir de las expresiones (A.26) y (A.27) se deduce que sobre la SCE el capital físico, el capital humano y el consumo crecen a la misma tasa positiva,  $\vartheta$ . De manera que:

$$\frac{\dot{k}^1(t)}{k^1(t)} = \frac{\dot{h}^1(t)}{h^1(t)} = \frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \vartheta \rightarrow \vartheta = \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} - \rho - \delta}{\sigma}. \quad (A.28)$$

De las anteriores expresiones tenemos que en la SCE se cumple:

$$z^1 = \frac{1}{\gamma^1}, l_k^1 = \frac{\vartheta + \delta}{(\gamma^1)^{1-\varphi}}, \quad (A.29)$$

$$r^1 = \varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} - \delta, w^1(t) = (1-\varphi)(\gamma^1)^\varphi h^1(t).$$

A continuación realizaremos el mismo tipo de análisis para el **País 2**. Al igual que en el País 1 dado que  $w_c^2(t) = w_k^2(t)$ , a partir de las expresiones (A.6) y (A.17) tenemos:

$$p^2(t) = \left( \frac{k_c^2(t)}{k_k^2(t)} \right)^\varphi \left( \frac{l_k^2(t)}{l_c^2(t)} \right)^\varphi (h^2(t))^{1-\varphi}. \quad (A.30)$$

De las expresiones (A.9) y (A.17) si  $r_c^2(t) = r_k^2(t)$ , el precio del bien de capital también se puede expresar como:

$$p^2(t) = \left( \frac{k_c^2(t)}{k_k^2(t)} \right)^{\varphi-1} \left( \frac{l_k^2(t)}{l_c^2(t)} \right)^{\varphi-1} (h^2(t))^{1-\varphi}. \quad (A.31)$$

Igualando las expresiones (A.30) y (A.31), tenemos que:

$$\frac{k_c^2(t)}{k_k^2(t)} = \frac{l_c^2(t)}{l_k^2(t)}, \quad (A.32)$$

y sustituyendo en (A.30) o en (A.31), encontramos que el precio del bien de capital en el País 2 es igual a:

$$p^2(t) = (h^2(t))^{1-\varphi} \rightarrow \frac{\dot{p}^2(t)}{p^2(t)} = (1-\varphi) \frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)}. \quad (A.33)$$

Teniendo en cuenta que en equilibrio se cumple  $k^2(t) = k_c^2(t) + k_k^2(t)$  y  $I = I_c^2(t) + I_k^2(t)$ , a partir de la expresión (A.32) encontramos la asignación de capital en cada sector por parte del País 2:

$$\begin{aligned} k_k^2(t) &= I_k^2(t) k^2(t), \\ k_c^2(t) &= I_c^2(t) k^2(t) \rightarrow k_c^2(t) = (I - I_k^2(t)) k^2(t). \end{aligned} \quad (A.34)$$

Tomando las expresiones (A.33) y (A.34), el tipo de interés en el País 2, (A.17) pueden expresarse como:

$$r^2(t) = (1-\varphi) \frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)} + \varphi (k^2(t))^{\varphi-1} - \delta. \quad (A.35)$$

En el equilibrio a largo plazo todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. Para garantizar que existe equilibrio a largo plazo, el tipo de interés debe ser constante. Comenzamos analizando la dinámica de  $\dot{h}^2(t)$ . Dado que el efecto de aprendizaje sólo tiene lugar en el sector de bien de consumo,  $\dot{h}^2(t) = \gamma^2 I_c^2(t) - \delta$ , es necesario encontrar la proporción de la inversión total que se destina a este sector. Para ello, definimos  $v(t) \equiv \frac{I_c^2(t)}{y_k^2(t)}$  y  $I - v(t) \equiv \frac{I_k^2(t)}{y_k^2(t)}$ , entonces teniendo en cuenta la expresión de  $y_k^2(t)$  podemos escribir:

$$\frac{\dot{k}_k^2(t)}{k_k^2(t)} = v(t)(k^2(t))^{\phi-1} - \delta, \tag{A.36}$$

$$\frac{\dot{k}_c^2(t)}{k_c^2(t)} = (1-v(t)) \frac{l_k^2(t)}{1-l_k^2(t)} (k^2(t))^{\phi-1} - \delta,$$

En la SCE se cumple que  $\frac{\dot{k}_k^2(t)}{k_k^2(t)} = \frac{\dot{k}_c^2(t)}{k_c^2(t)}$ , luego de la expresión (A.36) se deriva que

$v = l_k^2$ . Sustituyendo esta relación en la expresión de  $I_c^2(t)$  y  $\dot{h}^2(t)$  tenemos:

$$\frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)} = \gamma^2 (1-l_k^2) l_k^2 \frac{(k^2(t))^\phi}{h^2(t)} - \delta. \tag{A.37}$$

Teniendo en cuenta que la tasa de crecimiento de todas las variables debe ser constante y que las proporciones  $l_k^2(t)$  y  $v(t)$  deben ser estacionarias, de la expresión (A.36) se deduce inmediatamente que la tasa de crecimiento del capital físico debe ser nula. Por tanto, de la expresión (A.37), la tasa de crecimiento del capital humano también debe serlo. Aplicando estos resultados a la expresión (A.32), obtenemos que el precio del capital es constante en el largo plazo.

En este país, el sector de bien de capital no disfruta de crecimiento de la productividad del trabajo. El capital humano se acumula únicamente como consecuencia de la inversión en el sector del bien de consumo  $y_{kc}^2(t)$ . De este modo, dado que ninguno de los bienes reproducibles se acumula mediante una tecnología con rendimientos constantes a escala en los factores reproducibles, podemos afirmar que el País 2 no disfruta de crecimiento sostenido en autarquía. Es decir, en el País 2 no se



cumplen las condiciones de Rebelo (1991). En este país se cumple que en el equilibrio a largo plazo:

$$\frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = \frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)} = \frac{\dot{k}^2(t)}{k^2(t)} = 0. \quad (A.38)$$

Sustituyendo la expresión del tipo de interés, (A.35), en la ecuación de Euler, (A.3), tenemos:

$$\frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = \frac{\varphi(k^2)^{\varphi-1} - \rho - \delta}{\sigma} = 0 \rightarrow k^2 = \left( \frac{\varphi}{\rho + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\varphi}}. \quad (A.39)$$

Sustituyendo el resultado en (A.39) en la tasa de crecimiento de  $k_k^2(t)$  en (A.36), e igualando esta última a cero obtenemos el valor para  $v = l_k^2$ :

$$\frac{\dot{k}_k^2(t)}{k_k^2(t)} = v \frac{\delta + \rho}{\varphi} - \delta = 0 \rightarrow v = l_k^2 = \frac{\varphi \delta}{\delta + \rho}. \quad (A.40)$$

Asimismo de la expresión que define la dinámica del capital humano, (A.37), obtenemos:

$$\frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)} = 0 \rightarrow h^2 = \gamma^2 \left( 1 - \frac{\varphi \delta}{\delta + \rho} \right) \left( \frac{\varphi}{\delta + \rho} \right)^{\frac{1}{1-\varphi}}. \quad (A.41)$$

Finalmente, teniendo en cuenta que en el País 2,  $p^2(t) = (h^2(t))^{1-\varphi}$ , el valor a largo plazo del precio del bien de capital en el País 2 es igual a:

$$p^2 = \left( \gamma^2 \left( 1 - \frac{\varphi \delta}{\delta + \rho} \right) \right)^{1-\varphi} \left( \frac{\varphi}{\delta + \rho} \right). \quad (A.42)$$

De los resultados obtenidos en los dos países, podemos concluir que en condiciones de autarquía el País 1 disfruta de crecimiento sostenido, mientras que la tasa de crecimiento a largo plazo del País 2 es nula.

Dado que estamos interesados en demostrar que el comercio es capaz de transmitir el crecimiento sostenido a la economía estancada, imponemos que se cumple que  $p^1(t) < p^2(t) \rightarrow 1 < (h^2)^{1-\varphi}$ , es decir, que el País 1 tiene ventaja comparativa en la producción del bien de capital, y el País 2 en la producción de bien de consumo. De otra forma, la acumulación de conocimiento en el País 2 no tendría lugar y, como consecuencia, no existiría la posibilidad de difusión del crecimiento.

## **B) Situación de Libre Comercio**

Suponiendo que la ventaja comparativa de los países es como la acabamos de describir, la situación de libre comercio podría caracterizarse por especialización completa de los dos países, o por especialización incompleta del País 1.

### **B1) Especialización Completa**

Dada la ventaja comparativa que disfrutaban los países, el País 1 destinarán todos sus recursos a la producción del bien de capital, y el País 2 al bien de consumo. De modo que:

$$\begin{aligned} k^1(t) &= k_k^1(t), \quad l^1(t) = l_k^1(t) = 1; \\ k^2(t) &= k_c^2(t), \quad l^2(t) = l_c^2(t) = 1. \end{aligned} \tag{B1.1}$$

Si definimos las proporciones de la producción exportadas-importadas de cada país como:

$$\begin{aligned} v^1(t) &\equiv \frac{y_{k1}^1(t)}{y_k^1(t)}, \quad 1-v^1(t) \equiv \frac{y_{k2}^1(t)}{y_k^1(t)}; \\ v^2(t) &\equiv \frac{y_{c1}^2(t)}{y_c^2(t)}, \quad 1-v^2(t) \equiv \frac{y_{c2}^2(t)}{y_c^2(t)}. \end{aligned} \quad (B1.2)$$

El equilibrio competitivo se define como un conjunto de asignaciones,  $\{c^i(t), k^i(t), h^i(t), v^i(t)\}_{i=1,2}$  y precios,  $\{p(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$  que resuelven los problemas de las economías domésticas y de las empresas, y que vacían todos los mercados en ambas economías, así como el mercado internacional.

Además, ahora tenemos que  $I^1(t) = v^1(t)y_k^1(t)$ ,  $I^2(t) = (1-v^1(t))y_k^1(t)$ . De modo que la acumulación de capital humano en cada país será igual a:

$$\begin{aligned} \dot{h}^1(t) &= \gamma^1 v^1(t) y_k^1(t) - \delta h^1(t), \\ \dot{h}^2(t) &= \gamma^2 (1-v^1(t)) y_k^1(t) - \delta h^2(t). \end{aligned} \quad (B1.3)$$

Del problema de las economías domésticas obtenemos la ecuación de Euler que aparece en (A.3). Como el bien de consumo es producido íntegramente en el País 2, en el equilibrio tendremos:

$$\begin{aligned} c^1(t) &= y_{c1}^2(t) = v^2(t) y_c^2(t), \\ c^2(t) &= y_{c2}^2(t) = (1-v^2(t)) y_c^2(t). \end{aligned} \quad (B1.4)$$

En el País 1, el problema intertemporal de maximización de beneficios de las empresas productoras del bien de capital se expresa como:

$$\text{Max}_{I^1(t), I^2(t)} \int_0^{\infty} e^{-\int_0^t r^1(\tau) d\tau} \left\{ p(t) (k^1(t))^\varphi (h^1(t))^{1-\varphi} - w^1(t) l^1(t) - p(t) I^1(t) \right\} dt, \quad (B1.5)$$

sujeto a la acumulación de capital físico y a la dotación de capital en este sector:

$$\begin{aligned} \dot{k}^1(t) &= I^1(t) - \delta k^1(t), \\ k^1(0) &> 0. \end{aligned} \tag{B1.6}$$

Dado el comportamiento competitivo de las empresas, la retribución de los factores en el País 1 es igual a:

$$\begin{aligned} w^1(t) &= p(t)(1-\varphi)(k^1(t))^\varphi (h^1(t))^{1-\varphi}, \\ r^1(t) &= \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \varphi(k^1(t))^{\varphi-1} (h^1(t))^{1-\varphi} - \delta. \end{aligned} \tag{B1.7}$$

En el País 2, el problema intertemporal de las empresas productoras del bien de consumo es igual a:

$$Max_{I^2(t), I^2(t)} \int_0^\infty e^{-\int_0^t r^2(\tau) d\tau} \left\{ (k^2(t))^\varphi (h^2(t))^{1-\varphi} - w^2(t) - p(t)I^2(t) \right\} dt, \tag{B1.8}$$

sujeto a la acumulación de capital físico y a la dotación de capital en este sector:

$$\begin{aligned} \dot{k}^2(t) &= I^2(t) - \delta k^2(t), \\ k^2(0) &> 0. \end{aligned} \tag{B1.9}$$

Dado el comportamiento competitivo de la empresa, encontramos que el tipo de interés y el salario en el País 2 son iguales a:

$$\begin{aligned} w^2(t) &= (1-\varphi)(k^2(t))^\varphi (h^2(t))^{1-\varphi}, \\ r^2(t) &= \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \frac{1}{p(t)} \varphi(k^2(t))^{\varphi-1} (h^2(t))^{1-\varphi} - \delta. \end{aligned} \tag{B1.10}$$

En los mercados internacionales, el equilibrio de la balanza comercial viene dado por:

$$p(t)y'_{k2}(t) = y'_{cl}(t) \rightarrow p(t) = \frac{v^2(t)}{1-v^1(t)} \left( \frac{k^2(t)}{k^1(t)} \right)^\varphi \left( \frac{h^2(t)}{h^1(t)} \right)^{1-\varphi}. \quad (B1.11)$$

De nuevo, para facilitar la notación definimos  $z^i(t) \equiv \frac{k^i(t)}{h^i(t)}$ . El tipo de interés de ambos países, (B1.7) y (B1.10), pueden expresarse como:

$$\begin{aligned} r^1(t) &= \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \varphi(z^1(t))^{\varphi-1} - \delta, \\ r^2(t) &= \frac{\dot{p}(t)}{p(t)} + \frac{1}{p(t)}\varphi(z^2(t))^{\varphi-1} - \delta. \end{aligned} \quad (B1.12)$$

De las expresiones que definen la acumulación de capital físico, (B1.6) y (B1.9), y la acumulación de capital humano, (B1.3), encontramos que:

$$\begin{aligned} &\textit{País 1} \\ &\frac{\dot{k}^1(t)}{k^1(t)} = v^1(t) \frac{y'_k(t)}{k^1(t)} - \delta, \quad \frac{\dot{h}^1(t)}{h^1(t)} = \gamma^1 v^1(t) \frac{y'_k(t)}{h^1(t)} - \delta; \\ &\textit{País 2} \\ &\frac{\dot{k}^2(t)}{k^2(t)} = (1-v^1(t)) \frac{y'_k(t)}{k^2(t)} - \delta, \quad \frac{\dot{h}^2(t)}{h^2(t)} = \gamma^2 (1-v^1(t)) \frac{y'_k(t)}{h^2(t)} - \delta, \end{aligned} \quad (B1.13)$$

Sustituyendo la expresión del tipo de interés (B1.12) en la ecuación de Euler (A.3), obtenemos:

$$\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{\varphi(z^1(t))^{\varphi-1} - \rho - \delta}{\sigma},$$

$$\frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = \frac{\varphi \frac{1}{p(t)} (z^2(t))^{\varphi-1} - \rho - \delta}{\sigma}. \quad (B1.14)$$

En el equilibrio a largo plazo todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. Para garantizar que existe equilibrio a largo plazo, el tipo de interés en ambos países debe ser constante. A partir de las expresiones (B1.13) y (B1.14) se deduce que sobre la SCE el capital físico, el capital humano y el consumo crecen a la misma tasa positiva, por tanto, el precio del capital en (B1.11) es constante en el largo plazo. De manera que:

$$\frac{k^1(t)}{k^2(t)} = \frac{v^1}{1-v^1}, \quad \frac{h^1(t)}{h^2(t)} = \frac{\gamma^1}{\gamma^2} \frac{v^1}{1-v^1}, \quad z^1 = \frac{1}{\gamma^1}, \quad z^2 = \frac{1}{\gamma^2}. \quad (B1.15)$$

Sustituyendo estas últimas relaciones en la ecuación (B1.11), obtenemos que a lo largo de la SCE las proporciones de la producción exportadas-importadas de cada país son iguales a:

$$v^1 = v^2; \quad v^1 = \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} + (\sigma-1)\delta - \rho}{\sigma(\gamma^1)^{1-\varphi}}. \quad (B1.16)$$

De esta manera podemos concluir que sobre la SCE ambos países crecen a una misma tasa constante igual a:

$$g = \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} - \rho - \delta}{\sigma}, \quad (B1.17)$$

la misma que experimentaba el País 1 en autarquía.

Asimismo de las anteriores expresiones tenemos que en la SCE se cumple:

$$p(t) = \left( \frac{\gamma^2}{\gamma^1} \right)^{1-\varphi} . \quad (B1.18)$$

Para garantizar que ambos países en un contexto de especialización completa tengan incentivos permanentes a comerciar es necesario que se cumpla:

$$\left. \begin{array}{l} \text{País 1} \\ p^1(t) = 1 \\ p(t) = \left( \frac{\gamma^2}{\gamma^1} \right)^{1-\varphi} \end{array} \right\} \rightarrow p^1(t) \leq p(t) \rightarrow \gamma^1 \leq \gamma^2 .$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{País 2} \\ p^2(t) = (h^2(t))^{1-\varphi} \\ p(t) = \left( \frac{\gamma^2}{\gamma^1} \right)^{1-\varphi} \end{array} \right\} \rightarrow p^2(t) \geq p(t) \rightarrow h^2(t) \geq \frac{\gamma^2}{\gamma^1} .$$

(B1.19)

La expresión (B1.19) nos dice que el País 1 tendrá incentivos a comerciar bajo especialización completa sólo en el caso de que las potencialidades de aprendizaje del País 2 sean mayores o iguales que las suyas. El País 2 siempre tendrá incentivos a comercial, ya que el comercio le permite acumular capital humano de forma permanente, por lo que su precio de autarquía crece de forma permanente.

### **B2) Especialización Incompleta por parte del País 1.**

Dada la expresión (B1.19), si  $\gamma^1 > \gamma^2$  entonces el País 1 sólo participará en el comercio bajo un patrón de especialización incompleta. De este modo, la asignación de los recursos productivos en el País 1 y 2 en este caso es igual a:

$$\begin{aligned} k^1(t) &= k_k^1(t) + k_c^1(t), \quad l_k^1(t) + l_c^1(t) = 1; \\ k^2(t) &= k_c^2(t), \quad l_c^2(t) = 1. \end{aligned} \tag{B2.1}$$

Utilizamos la misma notación para definir las proporciones exportadas-importadas expresadas en (B1.2). De modo que la acumulación de capital humano viene dada por la expresión (B1.3).

El equilibrio competitivo se define como un conjunto de asignaciones,  $\{c^i(t), k^i(t), k_k^i(t), l_k^i(t), h^i(t), v^i(t)\}_{i=1,2}$  y precios,  $\{p(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$  que resuelven los problemas de las economías domésticas y de las empresas, y que vacían todos los mercados en ambas economías.

El equilibrio de las economías domésticas vendrá dado por la conocida ecuación de Euler, especificada en la ecuación (A.3). El País 1 produce su propio bien de consumo e importa parte del bien de consumo producido en el País 2, de modo que en el equilibrio se cumple:

$$\begin{aligned} c^1(t) &= y_c^1(t) + y_{c1}^2(t) = y_c^1(t) + v^2(t) y_c^2(t), \\ c^2(t) &= y_{c2}^2(t) = (1 - v^2(t)) y_c^2(t). \end{aligned} \tag{B2.2}$$

En el País 1, el problema intertemporal de maximización de beneficios de las empresas productoras del bien de capital y de bien de consumo es idéntico al de la situación de autarquía. Por tanto, los resultados que se derivaban de aquellos problemas también se aplican aquí. En concreto, de la asignación de los recursos entre sectores,  $k_k^1(t) = l_k^1(t) k^1(t)$  y  $k_c^1(t) = (1 - l_k^1(t)) k^1(t)$ , se obtiene que el precio del capital debe



ser igual al del País 1 en autarquía, es decir,  $p(t) = 1$ . En cuanto al País 2, el problema de las empresas productoras de bien de consumo es idéntico al ya visto en el caso de comercio bajo especialización completa. En equilibrio, bajo un patrón de especialización incompleto por parte del País 1, se cumple:

$$\begin{aligned} v^1(t) &\equiv \frac{I_k^1(t) + I_c^1(t)}{y_k^1(t)}, \quad 1 - v^1(t) \equiv \frac{I^2(t)}{y_k^1(t)}, \\ y_k^1(t) &= I_k^1(t) + I_c^1(t) + I^2(t). \end{aligned} \tag{B2.3}$$

A su vez en los mercados internacionales, el equilibrio de la balanza comercial viene dado por:

$$\overbrace{p(t)}^1 y_{k2}^1(t) = y_{c1}^2(t) \rightarrow p(t) = 1 = \frac{v^2(t) y_c^2(t)}{1 - v^1(t) y_k^1(t)}. \tag{B2.4}$$

En el equilibrio a largo plazo todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante y las proporciones  $l_k^1(t)$ ,  $v^1(t)$  y  $v^2(t)$  debería ser estacionarias, aunque mostraremos que en este caso dos de ellas no lo son, por lo que el equilibrio estará caracterizado por una CSCE en lugar de por una SCE.

Los tipos de interés de cada país no van a igualarse en el largo plazo. Efectivamente, siguiendo los mismos pasos que en las secciones anteriores del apéndice se obtiene que los tipos de interés de los países son iguales a aquellos en la expresión (23) en el texto. Para que en cada país el tipo de interés sea estacionario debe cumplirse que

$$\frac{\dot{k}^i(t)}{k^i(t)} = \frac{\dot{h}^i(t)}{h^i(t)}, \quad i = 1, 2, \text{ con lo que se obtiene que } z^1(t) = 1/\gamma^1 \text{ y } z^2(t) = 1/\gamma^2.$$

Sustituyendo estos valores en los tipos de interés queda claro que estos no se igualan y, por tanto, tampoco las tasas de crecimiento del consumo:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} &= \frac{r^1 - \rho}{\sigma} = \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} - \delta - \rho}{\sigma} \\ \frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} &= \frac{r^2 - \rho}{\sigma} = \frac{\varphi(\gamma^2)^{1-\varphi} - \delta - \rho}{\sigma} \end{aligned} \right\} \rightarrow r^2 < r^1 \rightarrow \frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} < \frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} \quad (B2.5)$$

Igualando las tasas de crecimiento del consumo y del capital físico del País 1 obtenemos que el producto de las proporciones  $l_k^1(t)$  y  $v^1(t)$  es constante:

$$\begin{aligned} \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} - \delta - \rho}{\sigma} &= v^1(t)l_k^1(t)(\gamma^1)^{1-\varphi} - \delta \rightarrow \\ v^1(t)l_k^1(t) &= \frac{\varphi(\gamma^1)^{1-\varphi} + (\sigma - 1)\delta - \rho}{\sigma(\gamma^1)^{1-\varphi}}. \end{aligned} \quad (B2.6)$$

Por su parte, igualando las tasas de crecimiento del consumo y del capital físico del País 2 y teniendo en cuenta el equilibrio en la balanza comercial, obtenemos que  $v^2(t)$  es constante:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\varphi(\gamma^2)^{1-\varphi} - \delta - \rho}{\sigma} &= (1 - v^1(t))l_k^1(t)(\gamma^1)^{1-\varphi} \frac{k^1(t)}{k^2(t)} - \delta \\ p = 1 &= \frac{v^2(t)}{(1 - v^1(t))l_k^1(t)} \left( \frac{\gamma^2}{\gamma^1} \right)^{1-\varphi} \frac{k^2(t)}{k^1(t)} \end{aligned} \right\} \rightarrow \quad (B2.7)$$

$$v^2 = \frac{\varphi(\gamma^2)^{1-\varphi} + (\sigma - 1)\delta - \rho}{\sigma(\gamma^2)^{1-\varphi}}.$$

El resto de resultados se sigue inmediatamente de las explicaciones dadas en el texto. Por tanto, el equilibrio de la economía mundial está caracterizado por una CSCE en la que el consumo, el capital físico, el capital humano y la renta del País 1 crecen a la misma tasa  $\mathcal{G}^1$ . En el País 2 estas variables también crecen a la misma tasa  $\mathcal{G}^2$ , cumpliéndose que  $\mathcal{G}^2 < \mathcal{G}^1$ . Los valores de las tasas de crecimiento aparecen en la expresión (24) en el texto. Asimismo, los términos de intercambio de los países son constantes, mientras que sus importaciones y exportaciones (volumen comercial) crecen a la tasa  $\mathcal{G}^2$ .

## **CAPITULO 4:**

### **Calidad Relativa**

#### **de los Bienes Intermedios Exportados e Importados, y la Transmisión del Crecimiento Sostenido a través de los Términos de Intercambio**

*En el segundo capítulo de esta tesis presentamos dos modelos teóricos simples que nos permitieron, por un lado, establecer las condiciones para que el comercio surja como el único motor de crecimiento para una economía estancada y, además, identificar las vías a través de las cuales se transmitía el crecimiento. Sin embargo, las hipótesis tomadas, hasta cierto punto simples, podían poner en entredicho los resultados obtenidos. En este capítulo, nuestro objetivo es generalizar el Modelo 2 para garantizar que se mantienen los resultados obtenidos.*

*Al igual que en el segundo capítulo, presentamos un modelo de crecimiento exógeno con comercio de bienes intermedios. Sin embargo, las funciones de producción lineales de los bienes intermedios son sustituidas por tecnologías del tipo Cobb-Douglas, que utilizan capital y trabajo como inputs. La existencia de factores reproducibles y no reproducibles juega un papel fundamental en la obtención de los resultados. El modelo no incluye ningún tipo de externalidad tecnológica y el progreso tecnológico es aumentador de la calidad de los bienes intermedios. La economía está formada únicamente por dos países, donde en un contexto de autarquía sólo uno de*

*ellos disfruta de crecimiento sostenido, mientras que la otra economía permanece estancada. En este caso, dada la especificación de las tecnologías de los bienes intermedios, la situación de libre comercio puede caracterizarse por especialización completa de los países, o por especialización incompleta por parte del país que crece en autarquía. En ambos casos, las mejoras permanentes de la calidad relativa del bien importado respecto del exportado permiten que los términos de intercambio, en términos de calidad, sean cada vez más favorables a la economía estancada, y que se transmita de esta manera el crecimiento sostenido a este país. A través de este modelo demostramos que podemos extender el Modelo 2 sin que por ello se modifiquen los resultados obtenidos. Además, cuando la especialización es incompleta, la economía mundial se comporta como una economía integrada, en la que los países convergen en renta per cápita.*

## 4.1 Introducción

Una parte muy importante de las nuevas teorías del crecimiento han centrado su análisis en la relación existente entre el comercio internacional y el crecimiento económico de los países. Tal como hemos analizado en los anteriores capítulos, los estudios realizados al respecto han enfatizado el papel que juega el comercio de bienes intermedios como mecanismo de difusión tecnológica. Los países que importan bienes intermedios que incorporan tecnología más avanzada tendrán acceso, de manera indirecta, a los beneficios de la investigación (I+D) realizada en el extranjero.<sup>1</sup>

Rivera-Bátiz y Romer (1991) analizaron los efectos que producía sobre la tasa de crecimiento mundial la integración económica alcanzada bien por incrementos del comercio de bienes intermedios o de los flujos de conocimientos. Modelaron una economía mundial formada por dos países similares; dos economías desarrolladas que llevaban a cabo actividades de I+D. Los resultados encontrados mostraron que, ambas formas de integración pueden presionar al alza la tasa de crecimiento, siempre y cuando se aprovechen los rendimientos a escala crecientes existentes en el sector de I+D. Sin embargo, los resultados expuestos por Rivera-Bátiz y Romer (1991) son sólo válidos para países desarrollados, que poseen su propia fuente de crecimiento sostenido. Manresa y Pigem (1999), por su parte, exploraron la posibilidad de transmitir el crecimiento sostenido a una economía estancada a través del comercio de bienes intermedios. En su modelo, la economía mundial está compuesta por dos economías grandes y distintas. Más concretamente, en autarquía una de ellas disfruta de

---

<sup>1</sup> Keller (2001) cataloga este mecanismo como externalidad tecnológica pasiva, ya que la tecnología está incorporada al bien intermedio importado y, no está disponible, de la misma manera, para los investigadores del país como lo está para los creadores extranjeros.

crecimiento sostenido, mientras que el crecimiento a largo plazo de la otra economía es nulo. Bajo un contexto de libre comercio, los términos de intercambio vinculan las tasa de crecimiento de las dos economías, y de esta manera se transmite el crecimiento sostenido a la economía estancada.<sup>2</sup>

En el capítulo segundo de esta tesis desarrollamos dos modelos sencillos de crecimiento exógeno y comercio internacional, que nos permitieron afirmar que el comercio de bienes intermedios puede actuar como motor de crecimiento. Es decir, el comercio de bienes intermedios aparece como un importante mecanismo para importar las ganancias productivas generadas en el exterior. Además, nos permitieron identificar dos vías a través de las cuales se difunde el crecimiento, el incremento permanente del volumen comercial y la mejora continua de los términos de intercambio, Modelo 1 y 2 respectivamente. Sin embargo, la adopción de hipótesis, un tanto restrictivas, puede cuestionar la validez de los resultados obtenidos.

En el capítulo tercero hemos desarrollado un modelo alternativo al Modelo 1, con progreso tecnológico aumentador del factor trabajo. En este capítulo, nuestro objetivo será generalizar el Modelo 2, con progreso tecnológico del factor capital, para demostrar que se mantienen los mismos resultados. Partimos de un modelo de crecimiento exógeno con dos países, de los cuales sólo uno de ellos disfruta de crecimiento sostenido en condiciones de autarquía. En este caso, el modelo presenta tecnologías menos restrictivas en la producción de los bienes intermedios, y el progreso tecnológico se interpreta como aumentador de la calidad de los bienes intermedios. Esta nueva

---

<sup>2</sup> Estos resultados coinciden con los del artículo de Findlay (1980). Sin embargo, el modelo de Manresa y Pigem (1999) es más general que el de Findlay, ya que las tasas de ahorro y los salarios en ambos países se determinan endógenamente.

interpretación nos permitirá entender mejor el mecanismo de difusión del crecimiento. Al igual que en los otros modelos, dado que el objetivo es analizar el crecimiento sostenido, el análisis se limita al equilibrio a largo plazo.

Los países producen un bien final, no comerciable, utilizando dos bienes intermedios (bien 1 y 2). Ambos bienes intermedios, potencialmente comerciables, son producidos con capital físico y trabajo. Las economías sólo difieren entre sí en la dotación inicial de capital físico y en la calidad del bien intermedio 1. Más concretamente, la calidad del bien 1 en el País 1 se incrementa permanentemente. Por su parte, la calidad del bien intermedio 2 en el País 1, y de los bienes 1 y 2 en el País 2 son idénticas y permanecen constantes a lo largo del tiempo. De esta manera, el progreso tecnológico del que disfruta el País 1 toma la forma de mejoras en la calidad del bien intermedio 1 (aumentador de la calidad). Los cambios en la calidad relativa de los bienes serán esenciales para determinar la ventaja comparativa que poseen los países.

Es importante tener en cuenta que las mejoras de la calidad del bien importado respecto al exportado conducen a una mejora en los términos de intercambio medidos en términos de calidad. De esta manera, el comercio puede llegar a ser beneficiosa para ambos países, incluso cuando poseen los mismos precios relativos en términos de unidades físicas.

En una situación de autarquía, la primera economía disfruta de crecimiento sostenido, mientras que la tasa de crecimiento de la segunda es nula. El equilibrio de libre comercio a largo plazo, dada la especificación de las tecnologías, puede caracterizarse por especialización completa de los países, o por especialización



incompleta del país que crece en autarquía. En ambos casos, los términos de intercambio medidos por unidad de calidad son cada vez más favorables al País 2, mientras que los términos de intercambio medidos por unidad física permanecen constantes. El crecimiento permanente de los términos de intercambio aparece como el mecanismo que permite al País 2 superar los rendimientos decrecientes del capital físico, e importar el crecimiento sostenido.

Además, bajo un patrón de especialización incompleto la economía mundial se comporta a largo plazo como una economía integrada, y los países convergen en renta per cápita. En este punto hay que tener en cuenta que los análisis tradicionales sobre convergencia se han basado en modelos cerrados (e.j. Barro y Sala, 1992; Ortigueira y Santos, 1997). En nuestro análisis, por contra, la apertura es una condición necesaria para la convergencia, ya que para que se transmita el crecimiento se requiere que los precios relativos se igualen entre los países.

El papel que juegan los movimientos de los términos de intercambio en el crecimiento económico de los países ha sido previamente identificado en la literatura empírica. Diewert y Morrison (1986) mostraron que un incremento en el precio de las exportaciones respecto de las importaciones tiene efectos similares a incrementos en la PTF.<sup>3</sup> Este resultado implica que una mejora en los términos de intercambio puede equipararse con incrementos en la PTF. Recientemente, Kohli (2004) mostró que la medición del PIB en términos reales infravalora la Renta Interior Bruta en términos reales (RIB)<sup>4</sup> cuando los términos de intercambio mejoran. Las mejoras en los términos

---

<sup>3</sup> Obtuvieron este resultado con un modelo empírico basado en números índices.

<sup>4</sup> La RIB en términos reales es igual al PNB más las ganancias comerciales (o menos las pérdidas comerciales) obtenidas de los cambios en los términos de intercambio.

de intercambio son tratadas en la Contabilidad Nacional como un efecto de precios, más que un fenómeno real equiparable a un progreso tecnológico. La conclusión que obtiene Kohli es que el crecimiento económico no puede ser medido a través del PIB en términos reales, sino a través de la RIB en términos reales.

En este capítulo, ponemos en evidencia la importancia de tratar adecuadamente los cambios relativos en la calidad cuando se construyen medidas de los términos de intercambio. Las ganancias de productividad del País 2 son fruto de la evolución a lo largo del tiempo de la calidad de los bienes exportados-importados. Desafortunadamente, no es fácil establecer un criterio adecuado para capturar los cambios en calidad de los bienes. Las características de los bienes cambian continuamente debido al progreso tecnológico. De hecho, cuanto más rápido sea el progreso tecnológico, más difícil será capturar los cambios cualitativos de los bienes cuando construimos índices de precios. Este problema no es nuevo en la literatura. El trabajo empírico realizado por Lipsey (1994) mostró que la medición de la tendencia a largo plazo de los términos de intercambio es muy sensible al tratamiento de los cambios en la calidad. De esta manera, un tratamiento inadecuado de la calidad relativa de los bienes puede sobrestimar o subestimar severamente los términos de intercambio de una economía, y conducir a conclusiones erróneas respecto a su PTF y a su crecimiento económico.

Las predicciones obtenidas en nuestro trabajo teórico parecen consistentes con las características observadas en los países del Sudeste Asiático (el llamado “milagro asiático”). Estos países constituyen un caso de estudio interesante, principalmente porque su extraordinario crecimiento no estuvo relacionado con incrementos de la PTF,

sino con la acumulación de factores (e.j. Young, 1995; Kohli,1997) y la apertura comercial (Frankel, et al., 1996). Observando el comportamiento de los términos de intercambio en estos países, el estudio de Kohli (1997) reveló que su contribución al crecimiento fue positiva, pero bastante pequeña. Sin embargo, debemos tener en cuenta dos aspectos a la hora de interpretar los resultados de Kohli. En primer lugar, los efectos de los términos de intercambio en el crecimiento económico se subestimarán si los cambios en la calidad relativa de los bienes no se tienen en cuenta; y en segundo lugar, hay que tener en cuenta que las mejoras en los términos de intercambio permiten una mayor acumulación de capital físico. De esta manera, la omisión de esta relación puede subestimar la contribución de los términos de intercambio al crecimiento económico de los países.

Adicionalmente, Ekholm y Södersten (2002) encontraron que los términos de intercambio de los países del llamado “milagro asiático” presentaban una tendencia constante, mientras que la ratio entre el valor de las exportaciones y el precio de las importaciones (*income terms of trade*)<sup>5</sup> se incrementaban a lo largo del tiempo. De estas observaciones se deduce que la apertura comercial está relacionada con el crecimiento económico a través del volumen comercial, y no a través de los cambios en los términos de intercambio. Sin embargo, la primera crítica a Kohli (1997) también puede aplicarse en este caso.

Las predicciones obtenidas en este capítulo son las siguientes. Aunque los términos de intercambio por unidad de calidad en el País 2 crecen continuamente, son constantes cuando se miden por unidad física. En este modelo, el volumen comercial (cantidades

exportadas e importadas) crece permanentemente a lo largo del tiempo. El crecimiento del País 2 está asociado con la apertura comercial, haciendo posible que esta economía acumule permanentemente capital físico. Estos resultados se adaptan bastante bien a la evidencia empírica sobre comercio y crecimiento descrita anteriormente.

El capítulo está estructurado de la siguiente manera. En el segundo apartado describimos el modelo, mientras que en el apartado 3 analizamos la situación de autarquía. En el apartado 4 estudiamos el contexto de libre comercio, demostrando que el crecimiento sostenido se transmite a través del comercio de bienes intermedios. Finalmente, en el apartado 5 analizamos los resultados obtenidos. El apéndice de este capítulo lo dedicamos a detallar la resolución del modelo.

## 4.2 El modelo

El modelo que desarrollamos se basa en los modelos de Ventura (1997) y de Manresa y Pigem (1999). El tiempo es continuo e infinito, y la economía mundial está formada por dos economías grandes,  $i = 1, 2$ . Existe un único bien final, no comerciable,  $y^i(t)$ ,  $i = 1, 2$  que puede ser utilizado como bien de consumo o de inversión; dos bienes intermedios, potencialmente comerciables,  $x_{zj}^i(t)$ ,  $z = 1, 2$ ; cuya notación (al igual que en los anteriores capítulos) indica que es producido en el País  $i$  y utilizado en el País  $j$  para producir el bien final. Los bienes intermedios se producen utilizando dos factores de producción, capital y trabajo,  $k^i(t)$  y  $l^i(t)$ , respectivamente.

---

<sup>5</sup> Esta medida se define como el producto entre el volumen de exportaciones y los términos netos de intercambio.

Suponemos que todos los mercados son perfectamente competitivos, y que los bienes intermedios domésticos y extranjeros son perfectamente sustitutivos. Además, los flujos internacionales de factores no están permitidos.

Cada país está poblado por un continuo de economías domésticas idénticas que normalizamos a uno. No existe crecimiento de la población. Las economías domésticas están dotadas de una unidad de tiempo en cada periodo que sólo pueden ser utilizada para trabajar. Esta hipótesis implica que la población de la economía se corresponde con su fuerza laboral, y que todas las variables aparecen expresadas en términos per cápita.

Los países poseen la misma tecnología para producir el bien final, la cual es del tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala:

$$\begin{aligned} y^i(t) &= (q_1^i(t)x_{1j}^i(t))^\alpha (q_2^i(t)x_{2j}^i(t))^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1; \\ q_1^1(t) &= e^{\gamma t}, \quad \gamma > 0; \quad q_2^1(t) = q_1^2(t) = q_2^2(t) = 1, \quad \forall t; \end{aligned} \quad (1)$$

donde  $q_z^i(t)$  denota el índice de calidad, exógenamente dado, del bien intermedio  $z$  en el País  $i$ . La adopción de esta especificación tecnológica (1) implica que el progreso tecnológico en el País 1 tiene lugar mediante incrementos exógenos en la calidad del bien intermedio 1. La calidad de los dos bienes intermedios en el País 2, así como del bien 2 en el País 1, son normalizados a 1 y permanece constante a lo largo del tiempo.

En ambas economías, los bienes intermedios se producen utilizando capital y trabajo a partir de la misma tecnología tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala:

$$x_z^i(t) = (k_z^i(t))^\varphi (l_z^i(t))^{1-\varphi}, \quad 0 < \varphi < 1, \quad (2)$$

donde  $k_z^i(t)$  y  $l_z^i(t)$  denotan el capital y el trabajo utilizados en la producción del bien intermedio  $z$  en el País  $i$ , respectivamente.

Los países no difieren en preferencias. El consumidor representativo obtiene utilidad a partir del consumo de bien final,  $c^i(t)$ , y maximiza su utilidad intertemporal descontada a una tasa positiva  $\rho$ :<sup>6</sup>

$$U^i(0) = \int_0^\infty e^{-\rho t} \frac{(c^i(t))^{1-\theta} - 1}{1-\theta} dt, \quad \theta > 0, \quad (3)$$

sujeto a la dotación inicial de riqueza,  $a^i(0) \geq 0$ , a la trayectoria temporal de tipo de interés,  $r_z^i(t)$ , y del salario,  $w_z^i(t)$ , y a la restricción presupuestaria:

$$\begin{aligned} \dot{a}^i(t) &= \sum_{z=1}^2 (r_z^i(t) a_z^i(t) + w_z^i(t) l_z^i(t)) - c^i(t), \\ \sum_{z=1}^2 a_z^i(t) &\leq a^i(t), \quad \sum_{z=1}^2 l_z^i(t) \leq 1. \end{aligned} \quad (4)$$

Hecha esta descripción vemos que los países son idénticos, a excepción de la dotación inicial de capital físico y de las tecnologías utilizadas en la producción de bien intermedio 1. La calidad del bien intermedio 1 en el País 1 mejora permanentemente, mientras que permanece constante en el País 2. Como se verá posteriormente, esta hipótesis será crucial para la transmisión del crecimiento. Además, el hecho de que no haya diferencias en la producción del otro bien intermedio, bien 2, posibilitará la

<sup>6</sup> La utilidad instantánea adopta la forma  $u(c^i(t)) = \ln|c^i(t)|$  cuando  $\theta = 1$ .

convergencia en renta per cápita cuando el País 1 adopta un patrón de especialización incompleta.

Antes de pasar a detallar el equilibrio de la economía en un contexto de autarquía es importante hacer un inciso sobre la especificación de la tecnología adoptada. En este modelo hemos sustituido las funciones de producción lineales de los bienes intermedios especificadas en el capítulo 2, por funciones de producción Cobb-Douglas en las que el progreso tecnológico es aumentador de la calidad exógena del bien intermedio 1. Sin embargo es importante remarcar que, podíamos haber extendido el modelo con funciones de producción Cobb-Douglas en las que el progreso tecnológico fuese aumentador del factor humano,  $h^i(t)$ , de la siguiente manera:

$$x_z^i(t) = (k_z^i(t))^{\varphi} (h^i(t)l_z^i(t))^{1-\varphi};$$

$$\dot{h}^i(t) = \gamma h^i(t), \gamma > 0.$$

Las dos especificaciones tecnológicas pueden entenderse como dos maneras de interpretar un mismo problema, llegando en ambos casos, a las mismas conclusiones. En nuestro caso hemos optado por interpretar el progreso tecnológico como aumentador de la calidad de los bienes intermedios. Adoptando esta especificación, es importante remarcar que, el único factor reproducible, en ambas economías, es el factor capital.

### **4.3 La Situación de Autarquía**

En un contexto de autarquía los países se comportan como el conocido modelo de Ramsey, pero con crecimiento exógeno en el caso del País 1.

El equilibrio competitivo se define como el conjunto de asignaciones y precios que satisfacen los problemas de las empresas y de las economías domésticas, y que vacía todos los mercados en ambas economías, incluidos los mercados de capital,

$$a_z^i(t) = k_z^i(t), \text{ y de trabajo, } \sum_{z=1}^2 l_z^i(t) = 1; z=1,2; i=1,2.$$

La maximización de beneficios de las empresas en el sector del bien final implica que los precios de los bienes intermedios se igualen a las respectivas productividades marginales de los bienes, de modo que en cada país los precios relativos son iguales a:

$$\frac{p_1^i(t)}{p_2^i(t)} = \frac{\alpha x_{2j}^i(t)}{1 - \alpha x_{1j}^i(t)}, \quad (5)$$

donde  $p_1^i(t)$  y  $p_2^i(t)$  indican el precio por unidad física del bien intermedio 1 y 2, respectivamente. Para facilitar la notación, omitiremos el subíndice  $j$  cuando el bien intermedio es utilizado íntegramente en el país de origen, como sucede en un contexto de autarquía. El precio del bien final se toma como numerario.

Adicionalmente, el comportamiento competitivo de las empresas productoras de los bienes intermedios 1 y 2, implica que el tipo de interés y el salario son iguales a la productividad marginal del capital y el trabajo respectivamente, es decir:

$$\begin{aligned} r_z^i(t) &= p_z^i(t) \varphi (k_z^i(t))^{\varphi-1} (l_z^i(t))^{1-\varphi} - \delta, \\ w_z^i(t) &= p_z^i(t) (1-\varphi) (k_z^i(t))^{\varphi} (l_z^i(t))^{-\varphi}, \end{aligned} \quad (6)$$

donde suponemos que el capital se deprecia a una misma tasa  $\delta > 0$  en los dos países.



Dado que en la producción de los dos bienes intermedios se utiliza trabajo y capital como factores productivos, la retribución de los factores debe ser la misma en los dos sectores, de modo que  $r_1^i(t) = r_2^i(t)$  y  $w_1^i(t) = w_2^i(t)$ . Este último resultado implica que los dos países asignan una proporción  $\alpha$  y  $1-\alpha$  de sus recursos a producir el bien 1 y 2, respectivamente. Es decir, si definimos  $\kappa_j^i(t) \equiv \frac{k_j^i(t)}{k^i(t)}$  como la parte de capital que cada país destina a la producción del bien 1 y  $l_j^i(t)$  como la parte de factor trabajo que cada país asigna a la producción del bien 1, entonces obtenemos:

$$\kappa_1^i(t) \equiv \frac{k_1^i(t)}{k^i(t)} = \alpha, \quad l_1^i(t) = \alpha, \quad \kappa_2^i(t) \equiv \frac{k_2^i(t)}{k^i(t)} = 1-\alpha, \quad l_2^i(t) = 1-\alpha, \quad i=1,2. \quad (7)$$

En el equilibrio a largo plazo todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. Dadas las hipótesis de partida establecidas en el apartado anterior, el País 1 crecerá a largo plazo a una tasa positiva, mientras que el País 2 no disfrutará de crecimiento sostenido. Para garantizar una tasa de crecimiento constante del consumo per cápita es necesario que el tipo de interés en ambos países:

$$\begin{aligned} r^1(t) &= \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi-1} - \delta, \\ r^2(t) &= \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} (k^2(t))^{\varphi-1} - \delta, \end{aligned} \quad (8)$$

se mantenga constante a lo largo del tiempo. De la expresión (8), es fácil ver que en el País 1 el capital físico, el consumo y el bien final crecerán a una tasa constante  $\mathcal{G}$  a lo largo de la senda de crecimiento equilibrado (SCE):

$$\mathcal{G} = \frac{\alpha \gamma}{1-\varphi}, \quad (9)$$

mientras que, a largo plazo, la tasa de crecimiento del País 2 es nula.

Finalmente, los precios relativos de los bienes intermedios en términos de calidad nos permitirán establecer el patrón de especialización de los países en un contexto de libre comercio de bienes intermedios:

$$\left. \begin{aligned} p_1^1(t) = p_2^1(t) &= \alpha^a (1-\alpha)^{1-a} (e^{\gamma t})^a \\ p_1^2(t) = p_2^2(t) &= \alpha^a (1-\alpha)^{1-a} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} = 1, \frac{p_1^2(t)}{p_2^2(t)} = 1, \forall t; \tag{10}$$

$$\tilde{p}_z^i(t) \equiv \frac{p_z^i(t)}{q_z^i(t)}, i, z = 1, 2 \rightarrow \frac{\tilde{p}_1^1(t)}{\tilde{p}_2^1(t)} = \frac{1}{e^{\gamma t}}, \frac{\tilde{p}_1^2(t)}{\tilde{p}_2^2(t)} = 1, \forall t;$$

donde  $\tilde{p}_z^i(t)$ ,  $i, z = 1, 2$  denota el precio por unidad de calidad del bien  $z$  en el País  $i$ .

De la expresión (10) observamos que los precios relativos por unidad física en ambos países son iguales y se mantienen constantes a lo largo del tiempo, mientras que los precios relativos en términos de calidad son distintos entre los dos países. Las mejoras en la calidad del bien intermedio 1 en el País 1 conducen a reducciones a lo largo del tiempo de los precios relativos por unidad de calidad en este país. En el País 2, sin embargo, los precios relativos por unidad física y por unidad de calidad coinciden, y permanecen constantes a lo largo del tiempo. A partir de este momento, cuando hablemos de precios relativos, ya sea en términos de calidad o en unidades físicas, nos referiremos al cociente entre el precio del bien 1 y el precio del bien 2.

## 4.4 La Situación de Libre Comercio

Nuestro objetivo en este apartado es demostrar que el comercio de bienes intermedios puede difundir el crecimiento sostenido al País 2, a pesar de que este país no disponga de ningún tipo de mecanismo de absorción tecnológica. También será importante identificar el mecanismo a través del cual el País 2 importa las ganancias de productividad generadas en el País 1. De esta manera, comprobaremos si esta generalización del Modelo 2 mantiene los mismos resultado ya obtenidos en el Capítulo 2.

Es importante tener en cuenta que una mejora en la calidad relativa del bien importado con respecto al exportado conduce a mejoras de los términos de intercambio. De esta manera, los precios relativos, a partir de los cuales se determina la ventaja comparativa de la que disfrutaban los países, serán los precios relativos ajustados a los cambios de calidad. Teniendo en cuenta las mejoras en la calidad del bien 1 en el País 1, es fácil ver que los países 1 y 2 tendrán ventaja comparativa en la producción de los bienes 1 y 2, respectivamente.

Sin embargo, dado que los precios de autarquía en el País 1 decrecen estrictamente a lo largo del tiempo y en el País 2 permanecen constantes, el comercio puede caracterizarse por un patrón de especialización completa de los dos países, o por un patrón de especialización incompleta en el País 1. Analizaremos estas dos situaciones en las dos siguientes secciones.

#### 4.4.1 Especialización Completa

Si los dos países adoptan un patrón de especialización completa, el País 1 destina todos sus recursos a la producción del bien 1, y el País 2 a la producción del bien 2. De esta manera, en el País 1 una parte de la producción total del bien 1 es exportada al País 2 y el resto es utilizada en el propio país para producir su propio bien final,  $x_1^1(t) = x_{11}^1(t) + x_{12}^1(t)$ . Lo mismo ocurre para el bien intermedio 2 en el País 2,  $x_2^2(t) = x_{21}^2(t) + x_{22}^2(t)$ .

Dado el comportamiento competitivo de las empresas productoras del bien final y el equilibrio en el mercado internacional de bienes, tenemos que:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha x_{21}^2(t)}{1 - \alpha x_{11}^1(t)} = \frac{\alpha x_{22}^2(t)}{1 - \alpha x_{12}^1(t)} = \frac{x_{21}^2(t)}{x_{12}^1(t)}, \quad (11)$$

La expresión (11) nos permite calcular las proporciones exportadas e importadas de bienes intermedios en ambos países, así como la parte de la renta mundial que corresponde a cada país. Es decir, si definimos  $v^1(t) \equiv \frac{x_{11}^1(t)}{x_1^1(t)}$  como la proporción de bien 1 que el País 1 destina a producir su propio bien final, y  $v^2(t) \equiv \frac{x_{21}^2(t)}{x_2^2(t)}$  como la proporción de bien 2 que el País 2 exporta al País 1, entonces de las ecuaciones en (11) obtenemos:

$$v^1(t) \equiv \frac{x_{11}^1(t)}{x_1^1(t)} = \alpha, \quad v^2(t) \equiv \frac{x_{21}^2(t)}{x_2^2(t)} = \alpha. \quad (12)$$

Por tanto, ambos países destinan una misma proporción de su producción a la exportación-importación. Además, teniendo en cuenta que la renta mundial bruta es igual a  $y(t) = (e^{\gamma t} x_1^1(t))^\alpha (x_2^2(t))^{1-\alpha}$ , a partir de la expresión (11) podemos encontrar la participaciones del País 1 y del 2 en la misma:

$$\pi^1(t) \equiv \frac{y^1(t)}{y(t)} = \alpha, \quad \pi^2(t) \equiv \frac{y^2(t)}{y(t)} = 1 - \alpha. \quad (13)$$

Utilizando las expresiones (11) y (12), los precios relativos internacionales pueden expresarse como:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{x_2^2(t)}{x_1^1(t)}. \quad (14)$$

Los resultados anteriores nos permiten analizar el equilibrio a largo plazo de la economía. Imponiendo que el tipo de interés en el País 1 y 2:

$$\begin{aligned} r^1(t) &= \varphi \alpha e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\alpha \varphi - 1} (k^2(t))^{\varphi(1-\alpha)} - \delta, \\ r^2(t) &= \varphi (1 - \alpha) e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi \alpha} (k^2(t))^{\varphi(1-\alpha) - 1} - \delta, \end{aligned} \quad (15)$$

respectivamente, deben permanecer constantes en el largo plazo, comprobamos que la economía mundial converge a una senda de crecimiento equilibrado (SCE), en la que el capital y el consumo crecen a una misma tasa constante. De esta manera, en un contexto de libre comercio el tipo de interés debe igualarse entre los países, de modo que sobre la SCE se cumple que  $k^1(t)/k^2(t) = \alpha/(1-\alpha)$  y, de esta manera, el capital físico, el consumo y la renta bruta de los países crecen a una misma tasa constante  $\vartheta$ , cuyo valor

viene dado en la expresión (9), la tasa de crecimiento que disfrutaba el País 1 en un contexto de autarquía.

Los precios relativos internacionales, en términos de unidades físicas, permanecen constantes sobre la SCE, mientras que los precios relativos internacionales expresados en términos de unidades de calidad, decrecen estrictamente a lo largo del tiempo. Más concretamente:

$$\left. \begin{aligned} p_1(t) &= \alpha \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^{-\varphi(1-\alpha)} (e^{\gamma t})^\alpha \\ p_2(t) &= (1-\alpha) \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^{\varphi\alpha} (e^{\gamma t})^\alpha \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^{1-\varphi}, \quad \frac{\tilde{p}_1(t)}{\tilde{p}_2(t)} = \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^{1-\varphi} \frac{1}{e^{\gamma t}}, \quad (16)$$

Atendiendo a estos resultados, si comparamos los precios relativos en autarquía, (10), con los precios relativos obtenidos en un contexto de libre comercio de bienes intermedios (16), deducimos que la especialización completa es beneficiosa para el País 1 sólo si  $\alpha \geq 1/2$ , es decir, únicamente si la elasticidad output del bien intermedio 1 es superior o igual a un medio, que coincide con su participación en la renta mundial bruta.

De esta manera, podemos afirmar en primer lugar, que el comercio internacional transmite el crecimiento sostenido al País 2. En este caso, las mejoras continuas en la calidad del bien 1 hacen que éste sea relativamente más abundante que el bien 2, ambos medidos en términos de calidad. Esto provoca que los términos de intercambio (por unidad de calidad) sean cada vez más favorables al País 2.

El mecanismo de transmisión puede entenderse mucho mejor si diferenciamos el tipo de interés del País 2 a lo largo de la SCE respecto al tiempo:

$$r^2 = p_2(t)(k^2(t))^{\varphi-1} - \delta \rightarrow \frac{\dot{k}^2(t)}{k^2(t)} = \frac{1}{1-\varphi} \frac{\dot{p}_2(t)}{p_2(t)} \rightarrow \frac{\dot{k}^2(t)}{k^2(t)} = \frac{\alpha\gamma}{1-\varphi}. \quad (17)$$

Observamos que el bien 2 es cada vez más caro en el mercado internacional, evitando de esta manera, que el valor de la productividad marginal del capital en el País 2 decrezca a lo largo del tiempo, a pesar de la existencia de rendimientos marginales decrecientes en el factor capital.

#### 4.4.2 Especialización Incompleta

En la anterior sección, hemos visto que el País 1 sólo tendrá incentivos a especializarse completamente si su participación en la renta bruta mundial es superior a  $\frac{1}{2}$ . En caso contrario, es decir si  $\alpha < 1/2$ , el País 1 sólo participará en el comercio internacional adoptando un patrón de especialización incompleto. Bajo este patrón de especialización, el País 1 produce los dos bienes intermedios, exportando parte del bien 1 e importando parte del bien 2 producido en el País 2, mientras que la economía estancada sólo produce el bien intermedio 2. De esta manera, en el País 1 y 2, respectivamente, la función de producción del bien final es igual:

$$y^1(t) = (e^{rt} x_{11}^1(t))^\alpha (x_2^1(t) + x_{21}^2(t))^{1-\alpha}, \quad y^2(t) = (e^{rt} x_{12}^1(t))^\alpha (x_{22}^2(t))^{1-\alpha}. \quad (18)$$

Como en el caso de especialización completa, empezaremos por obtener determinados resultados que nos serán de utilidad para poder analizar el equilibrio a largo plazo de la economía.

En primer lugar, de la condición de equilibrio en el mercado de bienes intermedios, podemos obtener la proporción importada-exportada de bienes intermedios en cada país.

Es decir, si definimos  $v^1(t) \equiv \frac{x_{11}^1(t)}{x_1^1(t)}$ , como la proporción de bien 1 que el País 1

destina a producir su propio bien final y  $v^2(t) \equiv \frac{x_{21}^2(t)}{x_2^2(t)}$ , como la proporción de bien 2

que el país 2 exporta al País 1, en este caso obtenemos:

$$v^1(t) = \frac{x_2^1(t) + \alpha x_2^2(t)}{x_2^1(t) + x_2^2(t)}, \quad v^2(t) = \alpha. \quad (19)$$

En el País 1, la asignación de factores entre los dos sectores vendrá dado por la condición que los salarios y los tipos de interés deben ser iguales entre sectores. De modo que:

$$\kappa_1^1(t) \equiv \frac{k_1^1(t)}{k^1(t)} = l_1^1(t) = \alpha/v^1(t). \quad (20)$$

Tres importantes resultados subyacen de las expresiones (19) y (20). En primer lugar, permite comprobar que los precios relativos internacionales coinciden con los precios del País 1 en autarquía. En segundo lugar, la participación del País 1 y 2 en la renta

bruta mundial es igual a  $\pi^1(t) \equiv \frac{y^1(t)}{y(t)} = v^1(t)$  y  $\pi^2(t) \equiv \frac{y^2(t)}{y(t)} = 1 - v^1(t)$ ,

respectivamente. Finalmente, la asignación de factores entre sectores en el País 1, así como la proporción exportada de bien intermedio 1 depende de las cantidades relativas de capital entre los dos países:



$$\kappa_i^1(t) = l_i^1(t) = \frac{\alpha}{v^1(t)} = \alpha \left( 1 + \left( \frac{k^2(t)}{k^1(t)} \right)^\varphi \right). \quad (21)$$

Ya estamos en condiciones de analizar el equilibrio a largo plazo de la economía mundial. Tomando las expresiones que definen el tipo de interés de los países en equilibrio:

$$\begin{aligned} r^1(t) &= \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi-1} - \delta, \\ r^2(t) &= \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} e^{\alpha \gamma t} (k^2(t))^{\varphi-1} - \delta, \end{aligned} \quad (22)$$

deducimos que el capital físico, y en consecuencia el consumo y la renta bruta de los dos países, crecen a una misma tasa  $\vartheta$ . En este caso, la igualación de los tipos de interés sobre la SCE implica que  $k^1 = k^2$ . Retomando las expresiones (19) y (20), obtenemos:

$$\kappa_i^1 = l_i^1 = 2\alpha, \quad v^1 = \frac{1}{2}, \quad \pi^1 = \pi^2 = \frac{1}{2}. \quad (23)$$

De esta manera, podemos concluir que bajo un régimen de especialización incompleto por parte del País 1, la economía mundial a largo plazo se comporta como una economía integrada en la que los países convergen en términos de renta per cápita. En nuestro modelo, la convergencia se debe a la igualación de todos los precios relativos en ambas economías.

Es importante remarcar que, dado que en el País 1 el capital y el trabajo son utilizados para producir ambos bienes, el salario y el tipo de interés deben igualarse entre sectores. Por otro lado, en el País 2 todos los recursos se utilizan en la producción del bien intermedio 2. Teniendo en cuenta que el factor trabajo es fijo, la distribución de

factores y la decisión de exportación por parte del País 1 va a depender de las cantidades relativas de capital entre los países. Es decir, si el stock de capital del País 1 es superior al del País 2, el País 1 destinará más recursos a la producción del bien intermedio 2 y reducirá sus exportaciones. Si por el contrario, el stock de capital del País 1 es inferior al del País 2, el País 1 incrementará sus exportaciones, destinando menos recursos a la producción del bien 2. El País 1 no tendrá incentivos a modificar sus asignaciones de factores ni la decisión de exportación si los dos países poseen las mismas cantidades de capital físico. Cuando la economía mundial se encuentra sobre la SCE, las importaciones realizadas en el País 2 permiten al País 1 destinar una proporción  $2\alpha$  de sus recursos, trabajo y capital, a producir el bien intermedio 1.

Atendiendo a estos resultados, podemos concluir que el comercio de bienes intermedios sigue actuando como un vehículo de crecimiento sostenido para el País 2. Además, el mecanismo de transmisión descrito en el anterior apartado, cuando el patrón de especialización era completo, sigue vigente en este caso.

## **4.5 Conclusiones**

Una parte muy importante de la nueva literatura sobre crecimiento ha analizado los efectos del comercio sobre el crecimiento económico. El comercio de bienes intermedios ha sido identificado como un posible mecanismo de difusión internacional de la tecnología y de los conocimientos.

En el capítulo segundo de esta tesis desarrollamos dos modelos sencillos de crecimiento exógeno que nos permitieron concluir que el comercio de bienes

intermedios puede llegar a ser un motor de crecimiento sostenido en economías estancadas que no poseen ningún tipo de mecanismo de absorción tecnológica. Sin embargo, la adopción de hipótesis un tanto restrictivas ponían en duda la validez de los resultados.

En este capítulo, nuestro objetivo ha sido generalizar el Modelo 2 presentado en el segundo capítulo, para poder valorar hasta qué punto se mantienen los mismos resultados. Para ello, desarrollamos un modelo de crecimiento exógeno con dos países que difieren entre sí en la dotación inicial de capital y en la calidad de los bienes intermedios. Al igual que en el Modelo 2, la existencia de factores reproducibles y no reproducibles juega un papel fundamental en la obtención de los resultados. El modelo no incluye ningún tipo de externalidad tecnológica. En un contexto de autarquía, sólo uno de los países (País 1) disfruta de crecimiento sostenido debido a las mejoras exógenas en la calidad de uno de los bienes intermedios (bien 1), mientras que la otra economía (País 2) permanece estancada en el largo plazo. Dada la especificación de las tecnologías, la situación de libre comercio de bienes intermedios se puede caracterizar por un patrón de especialización completo por parte de ambos países o incompleto por parte del País 1. En ambos casos, las mejoras permanentes en la calidad relativa de los bienes importados con respecto a los exportados provoca que los términos de intercambio, en unidades de calidad, sean cada vez más favorables al País 2. Este es el mecanismo a través del cual el País 2 importa las ganancias de productividad del exterior, lo que le permite superar los rendimientos decrecientes del capital físico. Además, bajo un régimen de especialización incompleto por parte del País 1, la economía mundial se comporta como una economía integrada, donde los países convergen en términos de renta per cápita.

De esta manera, observamos que la adopción de un modelo menos restrictivo que el Modelo 2 no ha modificado los resultados obtenidos. Es decir, el comercio de bienes intermedios transmite el crecimiento sostenido a una economía estancada a través de las mejoras continuas de sus términos de intercambio, en este caso por unidad de calidad. Además, de los resultados obtenidos subyacen dos conclusiones adicionales.

En primer lugar, ha quedado patente que el tratamiento adecuado de los cambios en la calidad relativa de las exportaciones-importaciones es decisivo para poder medir correctamente los términos de intercambio. Esto nos va a permitir entender mejor el comportamiento de determinadas economías. De hecho, el importante crecimiento económico que han experimentado los países del Sur Este Asiático ha suscitado un controvertido debate respecto a su sostenibilidad<sup>7</sup>. Se argumenta que, dado que el crecimiento de estos países se ha basado fundamentalmente en la acumulación de factores, los rendimientos decrecientes se acabarán imponiendo, disminuyendo al final las tasas de inversión. Contrarios a esta opinión están aquellos que afirman que, la apertura comercial puede contrarrestar los rendimientos decrecientes que presentan estas economías.

En segundo lugar, la apertura comercial surge como una importante fuerza que conduce a la convergencia de los países en renta per cápita. De esta manera, el enfoque tradicional de los estudios sobre convergencia, basado en economías cerradas, debería reconsiderarse, adoptando un marco de economías abiertas.

---

<sup>7</sup> La página de internet de Nouriel Roubini ofrece un resumen sobre el estado de este debate.

## **Bibliografía**

Barro, R. and X. Sala-i-Martin (1992). "Convergence." *Journal of Political Economy*, vol. 100. pp. 223-251.

Coe, D., E. Helpman and A. W. Hoffmaister (1997). "North-South Spillovers." *Economic Journal*, vol. 107. pp. 134-149.

Diewert, W. E. and C. J. Morrison (1986). "Adjusting Output and Productivity Indexes for Changes in the Terms of Trade." *Economic Journal*, vol. 96. pp. 659-679.

Ekholm, K. and B. Södersten (2002). "Growth and Trade vs. Trade and Growth." *Small Business Economics*, vol. 19. pp. 147-162.

Findlay, R. (1980). "The Terms of Trade and Equilibrium Growth in the World Economy." *American Economic Review*, vol. 70. pp. 291-299.

Frankel, J. A., D. Romer and T. Cyrus (1996). "Trade and Growth in East Asian Countries: Causes and Effects?" NBER Working Paper No. 5732.

Grossman, G. M. and E. Helpman, (1997). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge: The MIT Press.

Keller, W. (2001). "International Technology Diffusion." NBER Working Paper No. 8573.

Keller, W. (2002). "Trade and the Transmission of Technology." *Journal of Economic Growth*, vol. 7. pp. 5-24.

Kohli, U. (1997). "Accounting for Recent Economic Growth in South East Asia." *Review of Development Economics*, vol. 1. pp. 245-256.

Lewis, W. A. (1954). "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour." *Manchester School Economic Social Studies*, vol. 22. pp. 139-191.

Lipsey, R. E. (1994). "Quality Change and Other Influences on Measures on Export Prices of Manufactured Goods and the Terms of Trade between Primary Products and Manufactures." NBER Working Paper No. 4671.

Ortigueira, S. and M. Santos (1997). "On the Speed of Convergence in Endogenous Growth Models." *American Economic Review*, vol. 87. pp. 383-399.

Roubini, N. (2004). "The Debate on the Asian Economic Miracle: Inputs Growth or Productivity Growth?" Nouriel Roubini's Global Macroeconomic and Financial Policy Site at the Stern School of Business, New York University.  
[http://www.stern.nyu.edu/globalmacro/asian\\_crisis/prod\\_miracle.html](http://www.stern.nyu.edu/globalmacro/asian_crisis/prod_miracle.html)

Solow, R. M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70. pp. 65-94.

Ventura, J. (1997). "Growth and Interdependence." *Quarterly Journal of Economics*, vol. 112. pp. 57-84.

Young, A. (1995). "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience." *Quarterly Journal of Economics*, vol. 110. pp. 641-680.

## Apéndice

Este apéndice está dedicado a resolver con detalle el modelo descrito en este capítulo. Para la resolución del mismo tomaremos las hipótesis especificadas en el apartado 2. Para facilitar la comprensión, se repetirán algunas expresiones a las que ya hemos hecho referencia a lo largo de este capítulo. Partiendo de los problemas de los agentes, analizaremos primeramente el equilibrio a largo plazo en un contexto de autarquía, y posteriormente el equilibrio de libre comercio de bienes intermedios bajo especialización completa, e incompleta por parte del País 1.

### A) Situación de Autarquía

El equilibrio competitivo se define como un conjunto de asignaciones,  $\{c^i(t), k^i(t), k_1^i(t), l^i(t)\}_{i=1,2}$  y precios,  $\{p_1^i(t), p_2^i(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$  que resuelven los problemas de las economías domésticas y de las empresas, y que vacían todos los mercados en ambas economías.

Dado que los dos países están formados por un continuo de economías domésticas idénticas que poseen las mismas preferencias, en ambos países el problema del consumidor representativo se expresa como:

$$\text{Max}_{c^i(t)} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{(c^i(t))^{1-\theta} - 1}{1-\theta} dt, \quad \theta > 0, \quad (A.1)$$

sujeto a la restricción presupuestaria, las restricciones sobre la asignación del capital y del tiempo a los sectores de bienes intermedios, y a la dotación inicial de riqueza:

$$\begin{aligned} \dot{k}^i(t) &= r_1^i(t)k_1^i(t) + r_2^i(t)k_2^i(t) + w_1^i(t)l_1^i(t) + w_2^i(t)l_2^i(t) - c^i(t), \\ k_1^i(t) + k_2^i(t) &\leq k^i(t), \quad l_1^i(t) + l_2^i(t) \leq 1, \\ k^i(0) &> 0 \text{ dado.} \end{aligned} \tag{A.2}$$

respectivamente. Nótese que ya hemos sustituido la riqueza que aparecía en el texto por el stock de capital.

Resolviendo el problema anterior, obtenemos la ecuación de Euler de los dos países:

$$\frac{\dot{c}^i(t)}{c^i(t)} = \frac{r^i(t) - \rho}{\theta}. \tag{A.3}$$

Los dos países producen el mismo bien final a partir de una función de producción del tipo Cobb-Douglas, que utiliza los dos bienes intermedios como inputs. El problema de maximización de beneficios en el sector del bien final en ambos países es igual a:

$$Max_{x_1^i(t), x_2^i(t)} \left\{ (q_1^i(t)x_1^i(t))^\alpha (q_2^i(t)x_2^i(t))^{1-\alpha} - p_1^i(t)x_1^i(t) - p_2^i(t)x_2^i(t) \right\}, \tag{A.4}$$

donde cabe recordar que  $q_1^1(t) = e^{\gamma t}$ ,  $\gamma > 0$ ;  $q_2^1(t) = q_1^2(t) = q_2^2(t) = 1$ ,  $\forall t$ .

Dado el comportamiento competitivo de las empresas del sector final en cada país, del problema (A.4) obtenemos los precios relativos de los bienes intermedios en términos de unidades físicas:

$$\left. \begin{array}{l} \text{País 1} \\ p_1^1(t) = \alpha (e^{\gamma t})^\alpha (x_1^1(t))^{\alpha-1} (x_2^1(t))^{1-\alpha} \\ p_2^1(t) = (1-\alpha) (e^{\gamma t})^\alpha (x_1^1(t))^\alpha (x_2^1(t))^{-\alpha} \\ \text{País 2} \\ p_1^2(t) = \alpha (x_1^2(t))^{\alpha-1} (x_2^2(t))^{1-\alpha} \\ p_2^2(t) = (1-\alpha) (x_1^2(t))^\alpha (x_2^2(t))^{-\alpha} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{p_1^i(t)}{p_2^i(t)} = \frac{\alpha x_2^i(t)}{1-\alpha x_1^i(t)}. \tag{A.5}$$



En los dos países, las empresas en los sectores de los bienes intermedios producen la *cantidad de bien* utilizando la misma tecnología tipo Cobb-Douglas, que combina trabajo y capital:  $x_z^i(t) = (k_z^i(t))^{\varphi} (l_z^i(t))^{1-\varphi}$ .

Dado el comportamiento competitivo de las empresas, el salario y el tipo de interés en ambos sectores debe ser igual:

$$\begin{aligned} r_z^i(t) &= p_z^i(t) \varphi (k_z^i(t))^{\varphi-1} (l_z^i(t))^{1-\varphi} - \delta, \\ w_z^i(t) &= p_z^i(t) (1-\varphi) (k_z^i(t))^{\varphi-1} (l_z^i(t))^{-\varphi}. \end{aligned} \tag{A.6}$$

Del problema del hogar representativo se sigue inmediatamente que el tipo de interés y el salario deben igualarse entre sectores:

$$r_1^i(t) = r_2^i(t), \quad w_1^i(t) = w_2^i(t). \tag{A.7}$$

Teniendo en cuenta las expresiones (A.5), (A.6) y (A.7), la proporción de recursos que los países destinan a producir el bien 1 y el bien 2 es igual a:

$$\kappa_1^i(t) \equiv \frac{k_1^i(t)}{k^i(t)} = \alpha, \quad l_1^i(t) = \alpha, \quad \kappa_2^i(t) \equiv \frac{k_2^i(t)}{k^i(t)} = 1-\alpha, \quad l_2^i(t) = 1-\alpha, \quad i = 1, 2. \tag{A.8}$$

De acuerdo con este resultado (A.8), sustituyendo en la expresión (A.5) tenemos que en los dos países, los precios por unidad física de los bienes intermedios pueden expresarse:

$$\begin{aligned} p_1^i(t) &= p_2^i(t) = \alpha^{\alpha} (1-\alpha)^{1-\alpha} (e^{\gamma t})^{\alpha} \\ p_1^2(t) &= p_2^2(t) = \alpha^{\alpha} (1-\alpha)^{1-\alpha}. \end{aligned} \tag{A.9}$$

Por otro lado, las expresiones de la (A.6) a la (A.8) nos permiten obtener el tipo de interés en cada país:

$$\begin{aligned} r^1(t) &= \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi-1} - \delta, \\ r^2(t) &= \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} (k^2(t))^{\varphi-1} - \delta. \end{aligned} \quad (A.10)$$

Si sustituimos el valor de  $r^i(t)$  en la ecuación de Euler de cada país, (A.3), obtenemos:

*País 1:*

$$\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{1}{\theta} \left[ \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi-1} - \delta - \rho \right], \quad (A.11)$$

*País 2:*

$$\frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} = \frac{1}{\theta} \left[ \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} (k^2(t))^{\varphi-1} - \delta - \rho \right].$$

En el equilibrio a largo plazo todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. Una tasa de crecimiento constante del consumo requiere que el tipo de interés permanezca constante. A partir de la expresión (A.11) se deduce que sobre la SCE el capital, el consumo y la renta bruta del País 1 crecen a la misma tasa positiva, mientras que en el País 2 la tasa es nula:

$$\frac{\dot{k}^1}{k^1} = \frac{\dot{c}^1}{c^1} = \frac{\dot{y}^1}{y^1} = \frac{\alpha \gamma}{1-\varphi}, \quad \frac{\dot{k}^2}{k^2} = \frac{\dot{c}^2}{c^2} = \frac{\dot{y}^2}{y^2} = 0. \quad (A.12)$$

Para poder determinar el patrón de especialización de los países en un contexto de libre comercio es importante analizar los precios relativos por unidad de calidad. De la anterior expresión (A.9) tenemos los precios relativos en unidades físicas:

$$\frac{p_1^1}{p_2^1} = \frac{p_1^2}{p_2^2} = 1. \quad (A.13)$$

Si definimos  $\tilde{p}_z^i(t) \equiv \frac{p_z^i(t)}{q_z^i(t)}$ ,  $i, z = 1, 2$ , entonces tenemos que los precios relativos por

unidad de calidad en el País 1 y en el 2 son, respectivamente:

$$\frac{\tilde{p}_1^1(t)}{\tilde{p}_2^1(t)} = \frac{1}{e^{rt}}, \quad \frac{\tilde{p}_1^2(t)}{\tilde{p}_2^2(t)} = 1, \quad \forall t. \quad (A.14)$$

### **B) Situación de Libre Comercio**

Dados los precios relativos por unidad de calidad en cada país en un contexto de autarquía, (A.14), el País 1 tiene ventaja comparativa en la producción del bien 1 y el País 2 en la producción del bien 2.

Sin embargo, dado que los precios relativos por unidad de calidad en el País 1 decrecen estrictamente, y los del País 2 permanecen constantes a lo largo del tiempo, la situación de libre comercio podría caracterizarse por especialización completa de los dos países, o por especialización incompleta del País 1.

#### **B1) Especialización Completa**

Bajo especialización completa de los dos países, el País 1 dedicará todos sus recursos a la producción del bien intermedio 1 y el País 2 a la producción del bien intermedio 2.

De modo que:

$$x_1^1(t) = x_{11}^1(t) + x_{12}^1(t) = (k^1(t))^{\varphi}, \quad x_2^2(t) = x_{21}^2(t) + x_{22}^2(t) = (k^2(t))^{\varphi}. \quad (B1.1)$$

Al igual que en la situación de autarquía, el equilibrio competitivo se describe como un conjunto de asignaciones,  $\{c^i(t), x_{11}^1(t), x_{21}^2(t), k^i(t), l^i(t)\}_{i=1,2}$  y precios,

$\{p_z(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$  que resuelven los problemas de las economías domésticas y de las empresas, y que vacían todos los mercados en ambas economías, así como los mercados internacionales.

El problema de las economías domésticas queda caracterizado mediante la ecuación de Euler descrita en (A.3).

Por su parte, en el sector del bien final, el problema de las empresas en cada país viene dado por:

*País 1*

$$\text{Max}_{x_{11}^1(t), x_{21}^1(t), x_{21}^2(t)} \left\{ (e^{rt} x_{11}^1(t))^\alpha (x_{21}^2(t))^{1-\alpha} - p_1(t) x_{11}^1(t) - p_2(t) x_{21}^2(t) \right\}, \quad (B1.2)$$

*País 2*

$$\text{Max}_{x_{12}^1(t), x_{12}^2(t), x_{22}^2(t)} \left\{ (e^{rt} x_{12}^1(t))^\alpha (x_{22}^2(t))^{1-\alpha} - p_1(t) x_{12}^1(t) - p_2(t) x_{22}^2(t) \right\}.$$

Es conveniente recordar que la calidad de los bienes está incorporada en los mismos. Así, en las funciones de producción en (B1.2), aparece la cantidad de bien 1 utilizada en ambos países multiplicada por el índice de calidad. El resto de índices de calidad son iguales a uno. Dado el comportamiento competitivo de las empresas, si resolvemos los problemas descritos en (B1.2) obtenemos que los precios relativos en unidades físicas en el País 1 y en el 2 son, respectivamente:

$$\frac{p_1^1(t)}{p_2^1(t)} = \frac{\alpha x_{21}^2(t)}{1 - \alpha x_{11}^1(t)},$$

$$\frac{p_1^2(t)}{p_2^2(t)} = \frac{\alpha x_{22}^2(t)}{1 - \alpha x_{12}^1(t)}. \quad (B1.3)$$

En un contexto de libre comercio los precios relativos deben ser los mismos en equilibrio, y teniendo en cuenta que la balanza comercial está en equilibrio,  $p_1(t)x'_{12}(t) = p_2(t)x'_{21}(t)$ , de la expresión (B1.3) tenemos que:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha x'_{21}(t)}{1-\alpha x'_{11}(t)} = \frac{\alpha x'_{22}(t)}{1-\alpha x'_{12}(t)} = \frac{x'_{21}(t)}{x'_{12}(t)}. \quad (B1.4)$$

Si definimos  $v^1(t) \equiv \frac{x'_{11}(t)}{x'_1(t)}$  y  $v^2(t) \equiv \frac{x'_{21}(t)}{x'_2(t)}$ , de las expresiones (B1.1) y (B1.4)

encontramos que:

$$v^1(t) \equiv \frac{x'_{11}(t)}{x'_1(t)} = \alpha, \quad v^2(t) \equiv \frac{x'_{21}(t)}{x'_2(t)} = \alpha. \quad (B1.5)$$

y, por tanto, los dos países destinan una proporción constante de su producción de bien intermedio a la exportación.

Además, teniendo en cuenta que  $y(t) = (e^{rt} x'_1(t))^\alpha (x'_2(t))^{1-\alpha}$  es la renta bruta mundial,  $y^1(t) = (e^{rt} x'_{11}(t))^\alpha (x'_{21}(t))^{1-\alpha}$  es la expresión de la renta bruta del País 1, y  $y^2(t) = (e^{rt} x'_{12}(t))^\alpha (x'_{22}(t))^{1-\alpha}$  es la renta bruta del País 2, de (B1.1) y (B1.4) podemos encontrar la proporción de renta bruta mundial que corresponde a cada país:

$$\pi^1(t) \equiv \frac{y^1(t)}{y(t)} = \alpha, \quad \pi^2(t) \equiv \frac{y^2(t)}{y(t)} = 1-\alpha. \quad (B1.6)$$

Las expresiones (B1.4) y (B1.5) nos permiten obtener los precios relativos internacionales:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha x_2^2(t)}{1-\alpha x_1^1(t)}. \quad (B1.7)$$

En el equilibrio a largo plazo, todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. Dado que todo el capital disponible en el País 1 es utilizado en la producción del bien 1, y en el País 2 en la producción del bien 2, las expresiones que definen el tipo de interés en ambos países son:

$$\begin{aligned} r^1(t) &= \varphi \alpha e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi \alpha - 1} (k^2(t))^{\varphi(1-\alpha)} - \delta, \\ r^2(t) &= \varphi (1-\alpha) e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi \alpha} (k^2(t))^{\varphi(1-\alpha)-1} - \delta. \end{aligned} \quad (B1.8)$$

Sustituyendo en la ecuación de Euler de ambos países, (A.3)

$$\begin{aligned} \frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} &= \frac{1}{\theta} \left( \varphi \alpha e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi \alpha - 1} (k^2(t))^{\varphi(1-\alpha)} - \delta - \rho \right), \\ \frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} &= \frac{1}{\theta} \left( \varphi (1-\alpha) e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi \alpha} (k^2(t))^{\varphi(1-\alpha)-1} - \delta - \rho \right). \end{aligned} \quad (B1.9)$$

Para que la tasa de crecimiento del consumo sea constante, es necesario que los tipos de interés permanezcan constantes a largo plazo. Para que los tipos de interés sean

constantes requiere que  $\frac{\dot{k}^2(t)}{k^2(t)} = \frac{\dot{k}^1(t)}{k^1(t)}$ , de modo que en el equilibrio a largo plazo está

caracterizado por una SCE en la que  $\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)}$ . Por tanto, de la ecuación de Euler,

los tipos de interés de los países se igualarán en el largo plazo,  $r^1(t) = r^2(t)$ . Utilizando la expresión (B1.8) e imponiendo esta igualdad, obtenemos que sobre la SCE debe cumplirse:

$$k^1(t)/k^2(t) = \alpha/(1-\alpha) \quad (B1.10)$$

Teniendo en cuenta esta última relación (B1.10) se infiere de la ecuación de Euler, (B1.9), que:

$$\frac{\dot{c}^i(t)}{c^i(t)} = \frac{\dot{k}^i(t)}{k^i(t)} = \frac{\dot{y}^i(t)}{y^i(t)} = \vartheta = \frac{\alpha\gamma}{1-\varphi}, \quad i = 1, 2. \quad (B1.11)$$

Además, si sustituimos la expresión (B1.10) en los precios relativos internacionales (B1.7) obtenemos:

$$\left. \begin{aligned} p_1(t) &= \alpha \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^{-\varphi(1-\alpha)} (e^{\gamma t})^\alpha \\ p_2(t) &= (1-\alpha) \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^{\varphi\alpha} (e^{\gamma t})^\alpha \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^{1-\varphi}, \quad \frac{\tilde{p}_1(t)}{\tilde{p}_2(t)} = \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^{1-\varphi} \frac{1}{e^{\gamma t}}. \quad (B1.12)$$

Por tanto, los precios relativos por unidad física permanecen constantes en la SCE, mientras que los precios relativos por unidad de calidad decrecen estrictamente.

Para garantizar que las ganancias del comercio se van a mantener a lo largo del tiempo, es necesario que:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} \geq \frac{p_1^I(t)}{p_2^I(t)} \rightarrow \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^{1-\varphi} \geq 1 \rightarrow \alpha \geq 1/2. \quad (B1.13)$$

## B2) Especialización Incompleta por parte del País 1

Si  $\alpha < 1/2$ , entonces el País 1 producirá ambos bienes, y exportará parte de su producción de bien 1. El País 2 se especializará completamente en el bien 2. De modo que las funciones de producción del bien final en cada país vendrán dadas por:

$$\begin{aligned} y^1(t) &= (e^{\gamma t} x_{11}^1(t))^\alpha (x_2^1(t) + x_{21}^2(t))^{1-\alpha}, \\ y^2(t) &= (e^{\gamma t} x_{12}^1(t))^\alpha (x_{22}^2(t))^{1-\alpha}. \end{aligned} \quad (B2.1)$$

El equilibrio competitivo se describe como un conjunto de asignaciones,  $\{c^i(t), x_{11}^i(t), x_2^i(t), x_{21}^i(t), k_1^i(t), l^i(t), k^i(t)\}_{i=1,2}$  y precios,  $\{p_z(t), w^i(t), r^i(t)\}_{i=1,2}$  que resuelven los problemas de las economías domésticas y de las empresas, y que vacían todos los mercados en ambas economías, así como los mercados internacionales.

El problema de las economías domésticas queda caracterizado mediante la ecuación de Euler descrita en (A.3).

Por su parte, en el sector del bien final el problema de las empresas en cada país viene dado por:

*País 1*

$$\text{Max}_{x_{11}^1(t), x_2^1(t), x_{21}^1(t)} \left\{ \left( e^{\gamma t} x_{11}^1(t) \right)^\alpha \left( x_2^1(t) + x_{21}^1(t) \right)^{1-\alpha} - p_1(t) x_{11}^1(t) - p_2(t) \left( x_2^1(t) + x_{21}^1(t) \right) \right\}, \quad (B2.2)$$

*País 2*

$$\text{Max}_{x_{12}^2(t), x_{22}^2(t)} \left\{ \left( e^{\gamma t} x_{12}^2(t) \right)^\alpha \left( x_{22}^2(t) \right)^{1-\alpha} - p_1(t) x_{12}^2(t) - p_2(t) x_{22}^2(t) \right\}.$$

Dado el comportamiento competitivo de las empresas del sector final, si resolvemos los problemas descritos en (B2.2) obtenemos que los precios relativos por unidad física en el País 1 y en el 2 son iguales respectivamente a:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^1(t) + x_{21}^1(t)}{x_{11}^1(t)}, \quad \frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_{22}^2(t)}{x_{12}^2(t)}. \quad (B2.3)$$

En un contexto de libre comercio los precios relativos deben ser los mismos en equilibrio, y teniendo en cuenta que la balanza comercial está en equilibrio,



$p_1(t)x_{12}^1(t) = p_2(t)x_{21}^2(t)$ , de la expresión (B2.3) y del equilibrio en la balanza comercial tenemos que:

$$\frac{p_1(t)}{p_2(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_2^1(t) + x_{21}^2(t)}{x_{11}^1(t)} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{x_{22}^2(t)}{x_{12}^1(t)} = \frac{x_{21}^2(t)}{x_{12}^1(t)}. \quad (B2.4)$$

Si definimos  $v^1(t) \equiv \frac{x_{11}^1(t)}{x_1^1(t)}$  y  $v^2(t) \equiv \frac{x_{21}^2(t)}{x_2^2(t)}$ , de las expresiones (B2.1) y (B2.4)

encontramos que:

$$v^1(t) = \frac{x_2^1(t) + \alpha x_2^2(t)}{x_2^1(t) + x_2^2(t)}, \quad v^2(t) = \alpha. \quad (B2.5)$$

En cuanto a la asignación de factores entre los dos sectores en el País 1, si definimos:

$$\kappa_1^1(t) \equiv \frac{k_1^1(t)}{k^1(t)}, \quad l_1^1(t) = 1 - l_2^1(t), \quad (B2.6)$$

dado que  $r_1^1(t) = r_2^1(t)$  y  $w_1^1(t) = w_2^1(t)$ ; entonces de (B2.5) y (B2.6) tenemos:

$$\kappa_1^1(t) = l_1^1(t) = \alpha / v^1(t). \quad (B2.7)$$

Considerando (B2.5), (B2.7) puede expresarse como:

$$\kappa_1^1(t) = l_1^1(t) = \frac{\alpha}{v^1(t)} = \alpha \left( 1 + \left( \frac{k^2(t)}{k^1(t)} \right)^\varphi \right). \quad (B2.8)$$

Además, teniendo en cuenta que  $y(t) = (e^{rt} x_1^1(t))^\alpha (x_2^1(t) + x_2^2(t))^{1-\alpha}$  es la renta bruta mundial,  $y^1(t) = (e^{rt} x_{11}^1(t))^\alpha (x_2^1(t) + x_{21}^2(t))^{1-\alpha}$  es la renta bruta del País 1 y  $y^2(t) = (e^{rt} x_{12}^1(t))^\alpha (x_{22}^2(t))^{1-\alpha}$  es la renta bruta del País 2, de estas expresiones, (B2.1)

y (B2.5) podemos encontrar la proporción de renta bruta mundial que corresponde a cada país:

$$\pi^1(t) \equiv \frac{y^1(t)}{y(t)} = v^1(t), \quad \pi^2(t) \equiv \frac{y^2(t)}{y(t)} = 1 - v^1(t). \quad (B2.9)$$

En el equilibrio a largo plazo, todas las variables de la economía deben crecer a una tasa constante. El cumplimiento de esta condición requiere que los tipos de interés en ambos países:

$$\begin{aligned} r^1(t) &= \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} e^{\alpha \gamma t} (k^1(t))^{\varphi-1} - \delta, \\ r^2(t) &= \varphi \alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} e^{\alpha \gamma t} (k^2(t))^{\varphi-1} - \delta, \end{aligned} \quad (B2.10)$$

sean constantes, para que la tasa de crecimiento del consumo también lo sea. De la expresión que define los tipos de interés (B2.10) para que sean constantes se requiere que  $\frac{\dot{k}^2(t)}{k^2(t)} = \frac{\dot{k}^1(t)}{k^1(t)}$ . Así, en el equilibrio a largo plazo sobre la SCE se cumple que

$$\frac{\dot{c}^1(t)}{c^1(t)} = \frac{\dot{c}^2(t)}{c^2(t)} \quad \text{y de este modo de la ecuación de Euler (A.3) se cumple que}$$

$r^1(t) = r^2(t)$ . En este caso, atendiendo a la expresión (B2.10) e imponiendo la última condición, obtenemos que sobre la SCE se cumple que  $k^1(t) = k^2(t)$ .

Evaluando las expresiones (B2.8) y (B2.9) sobre la SCE, obtenemos que:

$$\kappa_1^1 = l_1^1 = 2\alpha, \quad v^1 = \frac{1}{2}, \quad \pi^1 = \pi^2 = \frac{1}{2}. \quad (B2.11)$$

Por tanto, la economía mundial se comporta a largo plazo como una economía integrada, en la que los países convergen en renta per cápita.

## CONCLUSIONES

¿Puede el comercio internacional actuar como el único motor de crecimiento para una economía estancada?, ¿cómo?. Encontrar respuestas teóricas a estas dos preguntas ha constituido el eje principal de esta tesis. Para poder analizar la interacción entre estas dos ramas de la economía, hemos desarrollado diferentes modelos teóricos de crecimiento económico y comercio internacional.

Las teorías actuales de crecimiento reconocen el papel decisivo que juega el comercio en la consecución de mayores tasas de crecimiento, pero básicamente se asocia con la difusión de tecnología y de los conocimientos que genera el comercio internacional. En esta tesis hemos querido ir más allá explorando la posibilidad de que el comercio pueda conducir a incrementos en la productividad, o efectos equivalentes, en países que no disfrutaban por sí mismos de crecimiento sostenido y que no disponen de ningún tipo de mecanismo de absorción de conocimiento tecnológico.

Los resultados obtenidos a través de los dos primeros modelos, nos han permitido establecer las condiciones para que el comercio surja como vehículo de transmisión de crecimiento. Además hemos identificado las dos vías a través de las cuales se difunde el crecimiento sostenido, el volumen comercial y los términos de intercambio. Sin embargo, aunque constituyen una primera aproximación, algunas de las hipótesis tomadas, como las funciones de producción lineal o el crecimiento exógeno, podían poner en entredicho los resultados obtenidos. Para ello en los capítulos tercero y cuarto hemos expuesto dos modelos alternativos demostrando que pueden extenderse sin que

por ello se modifiquen los resultados obtenidos. Asimismo, nos han permitido entender mejor los mecanismos a través de los cuales la economía estancada supera los rendimientos decrecientes y disfruta de crecimiento sostenido. Por un lado, en el capítulo tercero, el incremento constante del volumen comercial permite a la economía que parte con inferioridad de condiciones acumular capital humano permanentemente, en cambio, las mejoras permanentes en la calidad relativa del bien importado respecto al exportado permiten que los términos de intercambio, en términos de calidad, en el capítulo cuarto sean cada vez más favorables a la economía estancada.

Además de corroborar que el comercio puede llegar a difundir el crecimiento sostenido y de verificar la vías a través de las cuales se transmite, los modelos analizados en los capítulos tercero y cuarto han puesto de relieve información adicional a tener en cuenta.

Por un lado, en el capítulo tercero, bajo un patrón de especialización incompleta por parte del país que crece en autarquía, la economía estancada lograba crecer de forma sostenida pero a una menor tasa que la del otro país. La convergencia en tasas de crecimiento no tiene lugar pero no por ello impide que el comercio actúe como el único “motor” de crecimiento de la economía estancada. A su vez, en el modelo con progreso tecnológico aumentador de la calidad del bien intermedio, ha quedado patente que el tratamiento adecuado de los cambios en la calidad relativa de las exportaciones-importaciones es decisivo para poder medir correctamente los términos de intercambio. Asimismo, en este mismo capítulo cuarto, bajo un patrón de especialización incompleto por parte del País 1, la economía mundial se comporta como una economía integrada en la que los países convergen en renta per cápita. La apertura comercial surge como una

importante fuerza que conduce a la convergencia en renta per cápita de los países. Atendiendo a este resultado, aparece como necesaria la reconversión de los enfoques tradicionales de convergencia, basados sobretodo en economías cerradas, adoptando un marco de referencia de apertura comercial.

Además, las predicciones obtenidas a lo largo de la tesis parecen consistentes con las características observadas en los países del Sud-Este Asiático. En dichas economías su extraordinario crecimiento no estuvo asociado con incrementos en la productividad total de los factores (PTF). Los estudios existentes al respecto lo atribuyen básicamente a la acumulación de factores (Young, 95 y Kohli, 97) y a la apertura comercial (Frankel, 96). De esta manera, en dichos países el comercio internacional aparece como una importante variable explicativa de su espectacular crecimiento. En este marco, los estudios empíricos realizados al respecto revelaron que la contribución de los términos de intercambio al crecimiento en estas economías era positiva pero poco importante, mientras que la ratio entre el valor de las exportaciones y el precio de las importaciones incrementaba a lo largo del tiempo. Atendiendo al contenido de la tesis, podríamos deducir que la apertura comercial en los países del Sud-Este Asiático está relacionada con el crecimiento económico a través del volumen comercial y no de los términos de intercambio. Sin embargo, es importante tener en cuenta dos aspectos a la hora de interpretar dichos resultados. Por un lado, tal como hemos anotado en el capítulo cuarto de la tesis, los efectos de los términos de intercambio se subestimarán en la medida que no se tengan en cuenta los cambios en la calidad relativa de los bienes objeto de comercio, y por otro lado tenemos que tener en cuenta que, las mejoras en los términos de intercambio permiten una mayor acumulación de capital físico. De esta manera, no

podemos rechazar a priori el papel que juega en la difusión de crecimiento la evolución de los términos de intercambio en estos países.