Comercio internacional intraindustrial

1. El problema

Un hecho estilizado de las economías desarrolladas es que entre ellas hay un flujo de comercio industrial. La IA de Google, preguntada al respecto sobre el comercio intraindustrial en automoción entre Francia y Alemania, responde:

> "France and Germany engage in significant intra-industry car trade, with both countries simultaneously exporting and importing cars. In 2023, France exported cars worth $3.66 billion to Germany while importing $11.4 billion worth of cars from Germany, indicating a substantial two-way flow of vehicles between the two nations. This trade reflects a specialization, with each country possibly exporting different models or vehicle types to the other, and is a key component of their strong bilateral economic relationship (…)
>
> **Why this happens**
>
> • **Specialization:** Countries may export certain brands or models and import others. For example, Germany may export its luxury or performance vehicles, while France might import them but export its own specific models, a phenomenon explained by concepts like the 'new trade theory' in economics.
>
> • **Complementary production:** There can be an exchange of components or a trade in parts and accessories, where one country exports a specific component and imports another.
>
> • **Market demand:** Consumers in each country may prefer different brands or have a wide range of options to choose from, driving the import of vehicles from the other country (…)
>
> This intra-industry trade is a sign of a mature and integrated market."

El modelo sectorial puede emplearse para identificar condiciones en que el comercio internacional intraindustrial se produce. La existencia de este tipo de comercio puede considerarse un indicio de política industrial activa; por otro lado, que tenga que existir este tipo de comercio sería un condicionante para la política industrial, en el sentido que las medidas de política deben tener en cuenta el fenómeno y ser consistentes con él. Por ejemplo, la política industrial puede centrarse en impulsar industrias que tienen menor presencia o están menos desarrolladas en socios comerciales y ello contribuye a crear una estructura industrial internacional complementaria.

A continuación se desarrollan (de manera preliminar e incompleta) tres casos en que justificar la existencia de comercio intraindustrial. El primero, el menos sofisticado, presume que el producto de la industria doméstica tiene un precio internacional favorable, lo que facilita que el sector industrial doméstico sea exportador (puede pensarse en economías en desarrollo en los que la política industrial impulsa sectores industriales para que se conviertan en sectores exportadores).

El segundo fundamenta el comercio intraindustrial en la demanda: los consumidores domésticos desean tanto el producto industrial doméstico como el exterior. El tercero, quizá el más interesante, reduce el motivo del comercio intraindustrial a beneficios que obtiene el sector productivo (por ejemplo, copiando productos o replicando la tecnología subyacente).

2. Comercio internacional intraindustrial: caso 1

El gobierno de una economía en que sólo se ha desarrollado un sector agrario considera tres opciones.

- **Opción 1.** El gobierno impide el desarrollo de un sector industrial. A cambio permite el comercio internacional para conseguir el producto industrial del exterior. El comercio internacional conlleva exportar el producto agrario e importar el producto industrial.
- **Opción 2.** El gobierno impulsa la creación de un sector industrial y sólo permite el comercio internacional si es intraindustrial y los términos de intercambio son favorables. En concreto, el comercio internacional conlleva exportar el producto industrial doméstico e importar el producto industrial exterior si el precio internacional (en unidades de producto doméstico por producto exterior) es inferior a 1 (es decir, una unidad de producto doméstico compra más de una unidad de producto exterior).
- **Opción 3.** El gobierno impulsa la creación de tanto un sector industrial como de un sector de innovación y sólo permite el comercio internacional si es intraindustrial y los términos de intercambio son favorables.

El gobierno escoge la opción que maximiza la función de bienestar social del país

$$W = C_a \cdot C_i$$

donde C_a es el consumo de producto agrario y C_i es el consumo de producto industrial (ya sea doméstico o exterior).

El bienestar social de la opción 1 se ha calculado previamente:

$$W_1 = C_a \cdot C_i = \frac{\lambda_a}{2}\frac{\lambda_a}{2p} = \frac{{\lambda_a}^2}{4p}$$

donde p se define en

$$\frac{\textit{unidades de producto agrario doméstico}}{\textit{unidades de producto industrial exterior}}.$$

Con respecto al análisis de la opción 2, la producción doméstica viene dada por las funciones

$$Y_a = \lambda_a(1-\alpha)$$

$$Y_i = \lambda_i\alpha.$$

Despejando α en una ecuación y sustituyendo el resultado en la otra, se obtiene la frontera doméstica de producción

$$Y_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}Y_i = \lambda_a\,.$$

Dado que en la opción 2 no hay comercio de producto agrario, el consumo de producto agrario coincide con la producción agraria doméstica:

$$C_a = Y_a \,.$$

El consumo de producto industrial resulta de la producción doméstica de producto industrial menos las exportaciones de producto industrial doméstico más las importaciones de producto industrial exterior:

$$C_i = Y_i - Y_i^{EX} + Y_I^{IM}.$$

Sea $q < 1$ el precio internacional del producto industrial, definido en

$$\frac{unidades\ de\ producto\ industrial\ doméstico}{unidades\ de\ producto\ industrial\ exterior}\,.$$

Que $q < 1$ implica que se recibe una unidad de producto exterior por menos de una unidad de producto doméstico. Por este motivo, el consumo C_i de producto industrial (provenga de donde provenga) se maximiza dedicando toda la producción doméstica industrial a la exportación. En este caso, $Y_i = Y_i^{EX}$ y

$$C_i = Y_I^{IM}\,.$$

Por otro lado,

$$Y_i = Y_i^{EX} = q \cdot Y_I^{IM}.$$

De lo anterior se deduce que la frontera de posibilidades de consumo es

$$C_a + q\frac{\lambda_a}{\lambda_i}C_i = \lambda_a$$

y el problema de maximizar $W = C_a \cdot C_i$ sujeto a la frontera de consumo tiene como solución

$$C_a = \frac{\lambda_a}{2}$$

y

$$C_i = \frac{\lambda_i}{2q}\,.$$

El bienestar social de la opción 2 es

$$W_2 = C_a \cdot C_i = \frac{\lambda_a}{2}\frac{\lambda_i}{2q} = \frac{\lambda_a\lambda_i}{4q}\,.$$

Se deduce que

$$W_2 > \ W_1 \ \leftrightarrow \ p\lambda_i > q\lambda_a \ \leftrightarrow \ \frac{p}{q} > \frac{\lambda_a}{\lambda_i}.$$

En palabras: la opción 2 es mejor si el pago doméstico relativo con comercio internacional (en unidades agrarias por unidad industrial) es superior a la productividad doméstica relativa (en unidades agrarias por unidad industrial). En el caso particular $\lambda_a = \lambda_i$ de igualdad de productividades, la opción 2 es mejor si la cantidad p de producto agrario a pagar por unidad de producto industrial exterior es superior a la cantidad q de producto industrial doméstico a pagar por unidad de producto industrial exterior.

Con respecto a la opción 3, las ecuaciones que describen el sector productivo son

$$Y_a = \lambda_a(1+\beta\gamma)(1-\alpha-\beta)$$

$$Y_i = \lambda_i(1+\beta\gamma)\alpha$$

$$Y_r = \beta.$$

Despejando α en la segunda ecuación y sustituyendo el resultado en la primera, se obtiene la frontera de producción

$$Y_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i} Y_i = \lambda_a(1+\beta\gamma)(1-\beta).$$

Las condiciones

$$C_a = Y_a$$

y

$$Y_i = Y_i^{EX} = q \cdot Y_I^{IM} = q \cdot C_i.$$

siguen siendo válidas. Con ellas se obtiene la frontera de consumo

$$C_a + q\frac{\lambda_a}{\lambda_i} C_i = \lambda_a(1+\beta\gamma)(1-\beta)\,.$$

Sea $A = (1+\beta\gamma)(1-\beta)$. El problema de maximizar

$$W = C_a \cdot C_i$$

sujeto a la frontera de consumo

$$C_a + q\frac{\lambda_a}{\lambda_i} C_i = A\lambda_a$$

tiene como solución

$$C_a = \frac{\lambda_a A}{2}$$

y

$$C_i = \frac{\lambda_i A}{2q}\,.$$

El bienestar social de la opción 3 es

$$W_3 = C_a \cdot C_i = \frac{\lambda_a A}{2}\frac{\lambda_i A}{2q} = \frac{A^2\lambda_a\lambda_i}{4q}\,.$$

Se tiene que

$$W_3 > W_1 \leftrightarrow \frac{A^2\lambda_a\lambda_i}{4q} > \frac{{\lambda_a}^2}{4p} \leftrightarrow \frac{p}{q}A^2 > \frac{\lambda_a}{\lambda_i} \leftrightarrow q < \frac{\lambda_i}{\lambda_a}pA^2.$$

y

$$W_3 > W_2 \leftrightarrow A^2 > 1 \leftrightarrow A > 1 \leftrightarrow (1+\beta\gamma)(1-\beta) > 1.$$

3. Comercio internacional intraindustrial: caso 2

En este apartado se trata una economía con los tres sectores y se trata de determinar en qué condiciones puede sostenerse comercio intraindustrial. El enfoque es simple y poco elegante: asumiendo que el consumidor considera el producto industrial doméstico diferente al producto industrial exterior es fácil justificar la existencia de comercio intraindustrial.

La función de bienestar social del país es

$$W = C_a \cdot C_i \cdot {C_I}^{\sigma}$$

donde C_a es el consumo de producto agrario, C_i es el consumo de producto industrial doméstico, C_I es el consumo de producto exterior y σ es una constante positiva (cuanto mayor σ, más se prefiere el producto exterior en relación con el producto doméstico).

Sea q el precio internacional del producto industrial, definido en

$$\frac{unidades\ de\ producto\ industrial\ doméstico}{unidades\ de\ producto\ industrial\ exterior}.$$

Por tanto, $Y_i^{EX} = q \cdot Y_I^{IM}$. Además,

$$C_I = Y_I^{IM}.$$

Partiendo de la frontera de producción doméstica

$$Y_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}Y_i = \lambda_a(1+\beta\gamma)(1-\beta).$$

y las condiciones

$$C_a = Y_a$$

$$C_i = Y_i - Y_i^{EX} = Y_i - qY_I^{IM} = Y_i - qC_I.$$

se obtiene la frontera de consumo doméstico

$$C_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qC_I) = \lambda_a(1+\beta\gamma)(1-\beta).$$

Tomando el caso $\sigma = 1$, el problema es

$$\begin{aligned} &\text{maximizar} \;\; W = C_a C_i C_I \\ &\text{sujeto a} \qquad C_a + \tfrac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qC_I) = \lambda_a B \end{aligned}$$

donde $B = (1 + \beta\gamma)(1 - \beta)$.

Del lagrangiano

$$\mathcal{L} = C_a C_i C_I + \lambda\left(\lambda_a B - C_a - \frac{\lambda_a}{\lambda_i} C_i - \frac{\lambda_a}{\lambda_i} qC_I\right)$$

se obtienen las condiciones necesarias de la solución

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_a} = C_i C_I - \lambda$$

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_i} = C_a C_I - \lambda \frac{\lambda_a}{\lambda_i}$$

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_I} = C_a C_i - \lambda \frac{\lambda_a}{\lambda_i} q \, .$$

Se deduce de las dos últimas ecuaciones que

$$C_i = qC_I \, .$$

Se deduce de las dos primeras ecuaciones que

$$C_a = C_i \frac{\lambda_a}{\lambda_i}.$$

En consecuencia,

$$C_a = C_i \frac{\lambda_a}{\lambda_i} = qC_I \frac{\lambda_a}{\lambda_i} \, .$$

Empleando la frontera de consumo $C_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qC_I) = \lambda_a B$,

$$C_a = \frac{\lambda_a B}{3}$$

y, así,

$$C_i = \frac{\lambda_i B}{3}$$

$$C_I = \frac{\lambda_i B}{3q} \, .$$

En suma,

$$W = C_a C_i C_I = \frac{\lambda_a {\lambda_i}^2 B^3}{3^3 q}.$$

Modificando la función de bienestar social para hacerla comparable con otros casos (aquellos en que $C_I = 0$), sea ahora el problema

$$\begin{aligned}&\text{maximizar} \quad W = C_a C_i (1 + C_I)\\ &\text{sujeto a} \qquad C_a + \tfrac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qC_I) = \lambda_a B.\end{aligned}$$

Del lagrangiano

$$\mathcal{L} = C_a C_i (1 + C_I) + \lambda \left(\lambda_a B - C_a - \frac{\lambda_a}{\lambda_i} C_i - \frac{\lambda_a}{\lambda_i} q C_I \right)$$

se obtienen las condiciones necesarias de la solución

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_a} = C_i(1 + C_I) - \lambda$$

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_i} = C_a(1 + C_I) - \lambda \frac{\lambda_a}{\lambda_i}$$

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_I} = C_a C_i - \lambda \frac{\lambda_a}{\lambda_i} q \, .$$

Se deduce de las dos últimas ecuaciones que

$$C_i = q(1 + C_I) \, .$$

Se deduce de las dos primeras ecuaciones que

$$C_a = C_i \frac{\lambda_a}{\lambda_i}.$$

En consecuencia,

$$C_a = C_i \frac{\lambda_a}{\lambda_i} = q(1 + C_I) \frac{\lambda_a}{\lambda_i} \, .$$

Empleando la frontera de consumo $C_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qC_I) = \lambda_a B$,

$$C_a = \frac{\lambda_a}{3} \left(B + \frac{q}{\lambda_i} \right)$$

y, así,

$$C_i = \frac{\lambda_i}{3} \left(B + \frac{q}{\lambda_i} \right) = \frac{1}{3} (\lambda_i B + q)$$

$$C_I = \frac{1}{3q} (\lambda_i B + q) - 1 = \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda_i}{q} B + 1 \right) - 1 = \frac{\lambda_i B}{3q} - \frac{2}{3}.$$

Resumiendo,

$$W = C_a C_i (1 + C_I) = \frac{\lambda_a {\lambda_i}^2}{3^3 q} \left(B + \frac{q}{\lambda_i} \right)^3 .$$

Previamente se ha calculado que, en ausencia de comercio, pero con los tres sectores, el bienestar es

$$W' = \frac{\lambda_a(1+\beta\gamma)(1-\beta)}{2}\frac{\lambda_i(1+\beta\gamma)(1-\beta)}{2} = \frac{\lambda_a\lambda_i B^2}{4}$$

por lo que es preferible la ausencia de comercio si

$$W' > W$$

$$\frac{\lambda_a\lambda_i B^2}{4} > \frac{\lambda_a{\lambda_i}^2}{3^3 q}\left(B+\frac{q}{\lambda_i}\right)^3 = \frac{\lambda_a}{\lambda_i 3^3 q}(\lambda_i B + q)^3$$

$$B^2 > \frac{4}{3^3 q{\lambda_i}^2}(\lambda_i B + q)^3$$

$$3^3 q{\lambda_i}^2 B^2 > 4(\lambda_i B + q)^3$$

• **Ejercicio.** Sobre la base de la desigualdad anterior, ¿existen valores para los cuales la ausencia de comercio es preferible y otros para los que el comercio es preferible?

4. Comercio internacional intraindustrial: caso 3

En este caso los consumidores domésticos consideran equivalentes los productos industriales domésticos y exteriores. En concreto, la función de bienestar social es

$$W = C_a \cdot (C_i + C_I)\,.$$

Una alternativa más simple e interesante (si se trata de demostrar que interesa aceptar el comercio intraindustrial) es que el producto industrial exterior no se valora:

$$W = C_a \cdot C_i\,.$$

¿Qué otro efecto positivo del comercio podría incorporarse al modelo? El análisis de esta sección se basa en la hipótesis que importar producto industrial (si bien no genera efecto positivo en los consumidores domésticos) causa un efecto positivo en el sector productivo: la productividad aumenta (quizá por la aplicación de ingeniería inversa: cuanto más se importa el producto exterior más se descubre la tecnología subyacente y más se beneficia la productividad industrial doméstica de ese descubrimiento). Importar producto industrial es un substituto parcial de la innovación: se innova emulando los bienes importados o la tecnología que los hace posible.

Las ecuaciones que describen el sector productivo son

$$Y_a = \lambda_a(1+\beta\gamma)(1-\alpha-\beta)$$

$$Y_i = \lambda_i(1+\beta'\gamma)\alpha$$

$$Y_r = \beta$$

con $\beta' = \beta(1 + \varepsilon Y_I^{IM})$ y $\varepsilon > 0$ siendo el parámetro que convierte importaciones industriales en mejora de la productividad industrial doméstica (es razonable asumir que ε es suficientemente pequeño). El análisis se simplifica si se supone que las mejoras de productividad también se produce en el sector agrario:

$$Y_a = \lambda_a(1 + \beta'\gamma)(1 - \alpha - \beta)$$

$$Y_i = \lambda_i(1 + \beta'\gamma)\alpha$$

$$Y_r = \beta$$

La frontera de producción es

$$Y_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i} Y_i = \lambda_a(1 + \beta'\gamma)(1 - \beta).$$

Designando

$$x = Y_I^{IM}$$

las condiciones

$$C_a = Y_a$$

y

$$C_i = Y_i - Y_i^{EX}$$

$$Y_i^{EX} = q \cdot x$$

con q siendo el precio en producto industrial doméstico del producto industrial exterior, llevan a la frontera de consumo

$$C_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qx) = \lambda_a(1 + \beta(1 + \varepsilon x)\gamma)(1 - \beta)\,.$$

Del lagrangiano

$$\mathcal{L} = C_a C_i + \lambda\left(\lambda_a(1 + \beta(1 + \varepsilon x)\gamma)(1 - \beta) - C_a - \frac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qx)\right)$$

se obtienen las condiciones necesarias de una solución interior:

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_a} = C_i - \lambda$$

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_i} = C_a - \lambda\frac{\lambda_a}{\lambda_i}$$

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x} = \lambda\left(\lambda_a \beta\varepsilon\gamma(1 - \beta) - \frac{\lambda_a}{\lambda_i} q\right).$$

Se deduce de las dos primeras ecuaciones que

$$C_a = C_i \frac{\lambda_a}{\lambda_i}.$$

Con $\lambda = C_i \neq 0 \neq \lambda_a$, la tercera ecuación implica

$$\varepsilon\gamma\beta(1-\beta) = \frac{q}{\lambda_i}.$$

Esta condición es problemática (es limitante) porque no incluye variables: sólo parámetros. Es la condición necesaria para que haya una solución interior (valores no extremos de las variables).

Insertando la dos ecuaciones anteriores en la frontera de consumo

$$C_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qx) = \lambda_a(1+\beta(1+\varepsilon x)\gamma)(1-\beta)$$

se obtiene

$$C_a + C_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}qx = \lambda_a(1+\beta(1+\varepsilon x)\gamma)(1-\beta)$$

$$2C_a + \lambda_a\varepsilon\gamma\beta(1-\beta)x = \lambda_a(1+\beta(1+\varepsilon x)\gamma)(1-\beta)$$

$$2C_a = \lambda_a(1-\beta)(1+\beta\gamma)$$

y, así,

$$C_i = C_a\frac{\lambda_i}{\lambda_a} = \frac{1}{2}\frac{\lambda_i}{\lambda_a}\lambda_a(1-\beta)(1+\beta\gamma)$$

$$C_i = \frac{\lambda_i}{2}(1-\beta)(1+\beta\gamma)$$

y el bienestar social resultante es

$$W = C_aC_i = \frac{\lambda_a\lambda_i}{4}(1-\beta)^2(1+\beta\gamma)^2.$$

Ya se ha calculado que sin comercio internacional

$$W' = \frac{\lambda_a\lambda_i}{4}(1+\beta\gamma)^2(1-\beta)^2.$$

Conclusión: el mismo bienestar (asumiendo que la solución es interior y, en particular, que x no toma valor máximo ni mínimo).

Si la solución es de esquina hay dos opciones.

• Opción 1: x toma el valor mínimo. Esto significa que $x = 0$: no hay importaciones y, por construcción del modelo, no hay exportaciones. Es decir, situación igual a la ausencia de comercio internacional.

• Opción 2: x toma el valor máximo. El máximo de las importaciones coincide con el máximo de las exportaciones, que es la producción doméstica industrial, Y_i. Pero $Y_i^{EX} = Y_i$ implica $C_i = 0$, que no puede ser solución.

Conclusión final: este modelo no permite más posibilidades que con ausencia de comercio internacional.

5. Comercio internacional intraindustrial: caso 3bis

¿Y si $W = C_a(C_i + C_I)$, de manera que las importaciones se consumen? En este caso,

$$C_i = Y_i - Y_i^{EX} + Y_I^{IM} = Y_i - qx + x = Y_i + x(1-q),$$

la frontera de consumo es

$$C_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qx - x) = \lambda_a(1 + \beta(1+\varepsilon x)\gamma)(1-\beta)$$

y el lagrangiano (asumiendo $C_I = Y_I^{IM} = x$) es

$$\mathcal{L} = C_a(C_i + x) + \lambda\left(\lambda_a(1 + \beta(1+\varepsilon x)\gamma)(1-\beta) - C_a - \frac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qx)\right).$$

Las condiciones necesarias de una solución interior son:

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_a} = C_i + x - \lambda$$

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_i} = C_a - \lambda\frac{\lambda_a}{\lambda_i}$$

$$0 = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x} = C_a + \lambda\left(\lambda_a\beta\varepsilon\gamma(1-\beta) - \frac{\lambda_a}{\lambda_i}q\right).$$

Se deduce de las dos primeras ecuaciones que

$$C_a = (C_i + x)\frac{\lambda_a}{\lambda_i}.$$

Con $\lambda = C_i \neq 0 \neq \lambda_a$, la tercera ecuación junto con la segunda implican

$$C_a = -C_a\frac{\lambda_i}{\lambda_a}\left(\lambda_a\beta\varepsilon\gamma(1-\beta) - \frac{\lambda_a}{\lambda_i}q\right)$$

$$1 = -\beta\varepsilon\gamma(1-\beta)\lambda_i + q$$

Como en el caso 3, se trata de una condición sin variables. Como no hay nada en la construcción de modelo que imponga esta restricción sobre los parámetros, toda posible solución interior será excepcional (un caso muy particular definido por la condición $1 = -\beta\varepsilon\gamma(1-\beta)\lambda_i + q$ sobre los parámetros). Se deja como ejercicio completar la búsqueda de solución interior.

Respecto a posibles soluciones de esquina, $x = 0$ equivale a la ausencia de comercio internacional; y con x máximo (esto es, $x = Y_i$) resulta $C_i = 0$ y $C_I = x$. Para que estos valores sean solución, la pérdida de consumo por exportaciones debe ser inferior a la ganancia de consumo por importaciones: $Y_i^{EX} < Y_I^{IM}$ o, equivalentemente, $qx < x$; en suma, $q < 1$ (adicionalmente, como no se alcanza un máximo interior, debe tenerse $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x} > 0$ o $1 - q + \beta\varepsilon\gamma(1-\beta)\lambda_i > 0$, que se satisface con $q < 1$ y las hipotésis sobre los parámetros).

En este caso con $x = Y_i$ y $C_i = 0$,

$$C_a = x\frac{\lambda_a}{\lambda_i}$$

$$C_I = x$$

y, empleando la frontera de consumo,

$$C_a + \frac{\lambda_a}{\lambda_i}(C_i + qx - x) = \lambda_a(1 + \beta(1 + \varepsilon x)\gamma)(1 - \beta)$$

$$x\frac{\lambda_a}{\lambda_i} - \frac{\lambda_a}{\lambda_i}x(1 - q) = \lambda_a(1 + \beta(1 + \varepsilon x)\gamma)(1 - \beta)$$

$$xq = \lambda_i(1 + \beta(1 + \varepsilon x)\gamma)(1 - \beta)$$

$$xq = \lambda_i(1 + \beta\gamma + \beta\gamma\varepsilon x)(1 - \beta)$$

$$xq - \lambda_i\beta\gamma\varepsilon x = \lambda_i(1 + \beta\gamma)(1 - \beta)$$

$$x = \frac{\lambda_i(1 + \beta\gamma)(1 - \beta)}{q - \lambda_i\beta\gamma\varepsilon}$$

que exige

$$q > \lambda_i\beta\gamma\varepsilon.$$

Obviamente, si los valores de los parámetros implican $\lambda_i\beta\gamma\varepsilon > 1$, entonces esta solución de esquina no existe.

El bienestar social resultante cuando existe la solución es

$$W = C_a(C_i + C_I) = x^2\frac{\lambda_a}{\lambda_i} = \frac{\lambda_a\lambda_i(1 + \beta\gamma)^2(1 - \beta)^2}{(q - \lambda_i\beta\gamma\varepsilon)^2}.$$

Dado el bienestar sin comercio internacional

$$W' = \frac{\lambda_a\lambda_i}{4}(1 + \beta\gamma)^2(1 - \beta)^2$$

para conseguir

$$W > W'$$

se necesita

$$\frac{\lambda_a\lambda_i(1 + \beta\gamma)^2(1 - \beta)^2}{(q - \lambda_i\beta\gamma\varepsilon)^2} > \frac{\lambda_a\lambda_i}{4}(1 + \beta\gamma)^2(1 - \beta)^2$$

o

$$4 > (q - \lambda_i\beta\gamma\varepsilon)^2$$

o

$$q - \lambda_i\beta\gamma\varepsilon < 2.$$

Esta desigualdad se cumple automáticamente si $q < 1$ (ya que $\lambda_i \beta \gamma \varepsilon > 0$).

Resumiendo, para sostener esta solución se necesita

$$q < 1,$$

que significa que sale a cuenta la exportación: una unidad de bien industrial importada se paga con menos de una unidad de bien industrial exportado y

$$q > \lambda_i \beta \gamma \varepsilon,$$

que significa que el precio favorable de las exportaciones no puede ser demasiado favorable: $q < 1$ pero $q > \lambda_i \beta \gamma \varepsilon$ (implícitamente también se requiere $\lambda_i \beta \gamma \varepsilon < 1$, donde λ_i es la productividad industrial doméstica, β el tamaño del sector de innovación, γ es el impacto del sector de la innovación en la productividad de los sectores agrario e industrial domésticos y ε es el impacto de las importaciones en la productividad de los sectores agrario e industrial domésticos).

Con las dos desigualdades anteriores, el comercio intraindustrial es socialmente preferible a la ausencia de comercio en presencia de un sector de innovación: términos favorables en el intercambio internacional ($q < 1$) y productividad 'ajustada' $\lambda_i \beta \gamma \varepsilon$ del sector industrial doméstico limitada por los términos de intercambio internacional ($\lambda_i \beta \gamma \varepsilon < q$)[1].

[1] Muchas gracias a Nerea A. G. por detectar un error garrafal en el análisis del caso 3. La corrección de ese error ha sugerido el desarrollo del caso 3bis.