



EL COLEGIO DE MÉXICO
CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA

**POLÍTICA ARANCELARIA ESTRATÉGICA EN LA
GUERRA COMERCIAL CHINA-ESTADOS UNIDOS**

DIANA GUADALUPE MARTÍNEZ PADILLA

PROMOCIÓN 2018-2020

ASESOR:

JULEN BERASALUCE IZA

AGOSTO 2020

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi asesor, el Dr. Julen Berasaluce, por el apoyo y el tiempo brindado, por sus sugerencias y orientación en el desarrollo de este trabajo.

A mi esposo, Oscar, por aceptar recorrer este camino conmigo, por sacrificar sus fines de semana para acompañarme en casa, por las desveladas y por todo su apoyo, amor y paciencia.

A mi familia, especialmente a mi madre, por todo lo que me ha dado, por su amor infinito, y porque siempre ha creído en mí y me ha impulsado a perseguir mis sueños; a mi padre y a mi hermana por todo su apoyo y su cariño.

A mis abuelos, que desde hace ocho meses me acompañan desde el cielo, gracias por todo su amor y por enseñarme que siempre es posible salir adelante a pesar de las dificultades.

A mis compañeros y amigos de El Colegio, por su disposición para ayudarme siempre, por todo lo que aprendí de ellos y por los buenos momentos que pasamos.

Índice general

Introducción	1
1. Revisión de Literatura	3
2. El Modelo	10
2.1. Descripción del modelo	10
2.2. Definición de EPS y estrategia de solución del modelo	13
2.3. Solución del modelo en su forma general	16
2.3.1. Tercera etapa: competencia a la Cournot	16
2.3.2. Segunda etapa: nivel de inversión en I&D	19
2.3.3. Primera etapa: arancel óptimo	21
2.4. Solución del modelo bajo una función de demanda lineal	25
2.4.1. Tercera etapa: competencia a la Cournot	26
2.4.2. Segunda etapa: nivel de inversión en I&D	28
2.4.3. Primera etapa: arancel óptimo	31
Conclusiones	37
Referencias	39

Introducción

Después de décadas de libre comercio, en 2018 el presidente de los Estados Unidos, Donald Trump, y el presidente de la República Popular China, Xi Jinping, dieron inicio, de manera oficial, a una guerra comercial. Este conflicto económico entre las dos economías más grandes del mundo surge como resultado de la percepción, por parte de Donald Trump, de que China había estado incurriendo en prácticas comerciales desleales desde hacía ya varios años, incluido el robo de propiedad intelectual y la transferencia forzada de tecnología. Es así como el 22 de marzo de ese año, Trump autorizó aranceles sobre las importaciones chinas por un valor de aproximadamente \$50 mil millones de dólares. El 2 de abril, el Ministerio de Comercio de China respondió, a manera de represalia, con la imposición de aranceles a 128 productos importados desde Estados Unidos. El 23 de agosto del 2018, China y Estados Unidos implementaron una segunda ronda de aranceles gravando 333 y 279 productos, respectivamente, con un arancel del 25 %. A pesar de que el 15 de enero del 2020 ambos países firmaron la fase uno de un acuerdo comercial, la guerra continúa¹.

Esto nos lleva a plantearnos algunas preguntas como: ¿los aranceles impuestos por Estados Unidos efectivamente van a cumplir el objetivo de proteger la propiedad intelectual?, ¿qué tan alto es el arancel que resulta óptimo para estos países cuando tienen en cuenta la pérdida en el bienestar del consumidor que se genera por el encarecimiento de los bienes importados?, ¿deberían los aranceles impuestos por un país ser más grandes que los del otro?

Así, el principal objetivo de este trabajo es determinar el arancel ad-valorem que resulta óptimo imponer a las importaciones de bienes tecnológicos provenientes del país adversario cuando dicho arancel puede tener un efecto en el nivel de inversión en investigación y desarrollo (I&D) que realizan las empresas y en el excedente del consumidor. De modo que si el arancel óptimo es positivo, permitirá proteger la inversión en I&D doméstica de la

¹Para una descripción más detallada de la cronología de los hechos de la guerra comercial China-Estados Unidos, puede consultar <https://www.china-briefing.com/news/the-us-china-trade-war-a-timeline/>

competencia extranjera. Para modelarlo desarrollamos un juego de tres etapas cuya solución dará lugar a un equilibrio perfecto en subjuegos (EPS). En la primera etapa los gobiernos establecen un arancel ad-valorem a las importaciones; en la segunda etapa, las empresas, teniendo en cuenta este arancel, van a elegir un nivel de inversión en I&D; en la tercera etapa las empresas compiten a la Cournot en cada uno de los mercados.

La justificación de que sea más apropiado un arancel que el establecimiento de una patente tiene su base en que, como mencionan Grossman y Lai (2004), un país no obtiene todos los beneficios globales que resultan de proteger la propiedad intelectual dentro de sus fronteras cuando el comercio internacional difunde los beneficios de la innovación, por lo que no queda claro cómo deberían, los gobiernos, establecer su política nacional de derechos de propiedad intelectual. A esto se suman las dificultades técnicas que pueda haber en el proceso de implementación y el control de reproducciones ilegales.

El costo de la imposición del arancel dentro de nuestro modelo es el encarecimiento de los bienes extranjeros importados, que tienen un peso en la utilidad de los consumidores locales. Mientras que el beneficio deriva del incentivo a una mayor inversión en investigación y desarrollo lo que, a su vez, podemos traducir como un aumento en el progreso tecnológico.

El trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera: en la primera sección se presenta una revisión de la literatura relacionada con el modelo a desarrollar; en la sección 2 se describen las características del juego a solucionar, así como la definición del equilibrio perfecto en subjuegos y la estrategia de solución. Dentro de esta misma sección se da solución al modelo sin asumir una forma funcional concreta para la demanda, mientras que en la subsección 2.4 se soluciona el modelo suponiendo una función de demanda lineal. En la última sección se presentan las conclusiones y los principales resultados.

Capítulo 1

Revisión de Literatura

El modelo a desarrollar en este trabajo toma como base, principalmente, el artículo de Spencer y Brander (1983), quienes modelan un juego de múltiples etapas para mostrar cómo un gobierno maximizador de bienestar tiene incentivos para subsidiar las actividades de investigación y desarrollo. El modelo básico de estos autores supone dos empresas localizadas en diferentes países que producen bienes sustitutos y que compiten en cantidad una vez que han elegido sus niveles óptimos de I&D. Este juego es modificado de diferentes maneras, siendo la que más nos interesa aquella en que se permite, en una primera etapa, que los gobiernos de ambos países se comprometan a subsidiar la inversión en I&D. Spencer y Brander establecen que todo lo que producen las empresas se exporta a otros países, por lo que su modelo no puede ser situado en el contexto de una guerra comercial, que es lo que busca analizar nuestro trabajo. Este supuesto, a su vez, les permite descartar la posibilidad de consumo doméstico, argumentando que los efectos que tiene un subsidio sobre éste fortalecerían los incentivos de los gobiernos para subsidiar I&D, ya que tiende a aumentar las cantidades y a reducir los precios. Por lo tanto, su función objetivo se compone únicamente de los beneficios de su empresa menos el costo del subsidio. En nuestro modelo, no sólo agregamos la interacción entre los países a través del hecho de que sus empresas pueden vender tanto en el país en el que producen como exportar al país adversario sino que, dado que buscamos analizar el efecto de una tasa arancelaria a las importaciones y no el de un subsidio, incluimos el excedente del consumidor en la función objetivo de los gobiernos, considerando la pérdida de eficiencia que se genera. Adicionalmente, Spencer y Brander suponen en su modelo que la I&D reduce los costos de producción, lo cual resulta en una diferencia con respecto al modelo a desarrollar aquí, que asume que la inversión en I&D va a generar nuevos gustos, ampliando el tamaño del mercado existente. El resultado del equilibrio perfecto en subjuegos no cooperativo del modelo de Spencer y Brander implica subsidios positivos para ambos países; sin embargo

en presencia de la posibilidad de un impuesto o un subsidio a la inversión en I&D, ambos gobiernos elegirán el impuesto y lo acompañarán de un subsidio a la exportación.

En 1988, D'Aspremont y Jacquemin desarrollan un ejemplo de un juego en dos etapas para comparar el equilibrio del caso cooperativo y del no cooperativo cuando dos empresas deciden un nivel de I&D y luego compiten en cantidad en el mercado. Las empresas enfrentan una función de demanda y una función de costos lineales; ésta última depende de su nivel de producción y tanto de su nivel de investigación y desarrollo como del nivel de la otra empresa; es decir, asumen *spillovers* en la inversión en I&D de una firma a otra. De modo que la I&D que realiza una empresa disminuye su propio costo de producción (al igual que en el modelo de Spencer y Brander, 1983), y el costo de la otra empresa, pero en menor magnitud. A diferencia de estos autores, nosotros suponemos que la inversión en I&D realizada por cada empresa va a ampliar el tamaño del mercado propio, considerando igualmente un efecto *spillover* en el otro mercado. El nivel de inversión en I&D del equilibrio perfecto en juegos del modelo de D'Aspremont y Jacquemin queda únicamente en función de parámetros. Efectivamente su modelo se desarrolla en una economía cerrada, de modo que su objetivo no es examinar la interacción entre países y entre sus gobiernos al momento de tomar decisiones de política comercial, que es lo que pretende analizar nuestro modelo cuando incluimos una etapa previa a la decisión de I&D de las empresas en la que la que los gobiernos van a imponer un arancel que grave las importaciones. No obstante lo anterior, el modelo de estos autores aporta mucho como base analítica debido a que las dos etapas de su juego son similares a las últimas dos etapas de nuestro modelo.

Muchos de los modelos que estudian los efectos de la cooperación en investigación y desarrollo toman como referencia el modelo de D'Aspremont y Jacquemin (1988), realizando variaciones como cambios en la forma de la función de costos (Amir & Wooders, 1997), extendiendo el análisis a una economía con n empresas (Kamien et al., 1992) o a una economía abierta (Motta, 1996), usando un marco similar al de Spencer y Brander (1983). Estos autores, a diferencia de nuestro supuesto de ampliación de los mercados, y acorde con el modelo de D'Aspremont y Jacquemin (1988), asumen que la investigación y desarrollo reduce los costos de producción, y que existen efectos de tipo *spillover* de esta inversión en I&D de una empresa a otra. Además, abordan siempre el caso del equilibrio simétrico, mientras que nosotros partimos de suponer asimetría en las empresas. Amir y Wooders (1997) encuentran que algunas veces los beneficios de las empresas son mayores bajo un contexto de competencia en I&D que bajo uno de cooperación, mientras que el resultado de Kamien et al. (1992) es que una empresa conjunta de investigación (*research*

join venture) genera el mayor excedente del consumidor y del productor bajo una competencia a la Cournot y, a veces, también en una competencia a la Bertrand. Por su parte, Motta (1996) añade una etapa previa al juego de D'Aspremont y Jacquemin (1988), en la cual los gobiernos, buscando maximizar el bienestar del país, tienen que decidir si permiten o no a las empresas cooperar en I&D. Este autor muestra que si los gobiernos permiten a las empresas cooperar, les estarán dando una ventaja frente a las empresas rivales extranjeras, similar al efecto de un subsidio en I&D, de modo que cuando los dos países permiten la cooperación en I&D el bienestar de ambos es mayor. A pesar de que con esta etapa previa el juego desarrollado por Motta es similar en estructura al nuestro, el objetivo de su análisis no es caracterizar la política arancelaria entre dos países.

Por su parte, el establecimiento de aranceles óptimos en un contexto de competencia imperfecta ha sido abordado por autores como Brander y Spencer (1984). Lo que más se relaciona de su análisis con nuestro modelo es la sección del caso de dos países, en la cual resultan para el arancel doméstico partiendo de un duopolio de Cournot, con una empresa extranjera y una doméstica. Son dos las diferencias en cuanto a supuestos con respecto al presente trabajo: la primera es que el tipo de arancel que Brander y Spencer suponen es a la cantidad; la segunda es que estos autores sí incluyen costos de transporte. Sin embargo, este último supuesto no implica gran diferencia, ya que lo incorporan dentro del costo marginal de producción, por lo que la única implicación es que el costo de producir un bien que es vendido al interior del propio país es menor que el costo del bien que es exportado. Al igual que en nuestro modelo, los aranceles impuestos tienen efectos en los beneficios de ambas empresas y en el bienestar de ambos países. No obstante, ellos no ponderan cada uno de los componentes de la función objetivo de los gobiernos e incorporan, además del excedente del consumidor y los beneficios de la empresa que resultan de los niveles de producción de Cournot, la recaudación proveniente del arancel. Este último componente no se añade en nuestro modelo, ya que la política comercial de los países inmersos en la guerra comercial no es con fines recaudatorios. Otra diferencia importante es que estos autores no consideran la posibilidad de que el arancel esté afectando a otras variables, algo que sí pasa en nuestro modelo cuando el objetivo de dicho arancel es proteger la inversión en I&D de la empresa propia. Brander y Spencer (1984) señalan que el arancel óptimo dependerá de la solución al sistema de ecuaciones conformado por las funciones de mejor respuesta, las cuales resultan de las condiciones de primer orden del problema de maximización de las funciones objetivo, pero no dan una solución específica para el arancel óptimo. Posteriormente lo que hacen es comparar este equilibrio no-cooperativo con el equilibrio cooperativo. Su conclusión es que si el costo marginal extranjero es menor o igual que el

doméstico, un incremento en el arancel reduce el bienestar mundial; los aranceles no cooperativos exceden los aranceles que maximizan el bienestar mundial.

Existe, a su vez, otro tipo de literatura que, a diferencia de nuestro modelo que analiza la política comercial de forma estratégica, lo ha hecho a través de modelos de equilibrio general. De manera estándar se supone que toda la producción es vendida en un tercer país, por lo que en ese aspecto el presente trabajo de investigación está contribuyendo al análisis cuando la interacción se queda únicamente entre los dos países que implementarán la política arancelaria. Los principales resultados de dichos modelos son que el arancel óptimo depende de la elasticidad de la oferta de exportación, por lo que un país grande podría mejorar su bienestar con la imposición de un arancel que afecte sus términos de intercambio.

Broda et al. (2008) cuantifican el efecto que tiene el poder de mercado (o términos de intercambio) en la política arancelaria. Partiendo de una función de utilidad cuasilineal y una función de bienestar social compuesta por la suma de las utilidades indirectas individuales –incluye ingreso y excedente del consumidor–, encuentran que, por las condiciones de vaciado del mercado que determinan el precio mundial, el arancel óptimo depende de la distorsión causada por el impacto negativo de los aranceles en los niveles de importación y del efecto de los términos de intercambio. Entonces, si el país no tiene poder de mercado en el comercio, es decir, si la elasticidad de oferta de exportación es infinita, el arancel óptimo es cero. De otra forma este arancel será positivo e igual a la elasticidad de oferta de exportación inversa. Estos autores toman como dadas las políticas arancelarias de los demás países, por lo que no existe ningún tipo de interacción. De modo que, de acuerdo con sus resultados, China y Estados Unidos, al ser países con poder de mercado en el sector de exportación, y más altamente en bienes tecnológicos, establecerían aranceles positivos y tan altos como la elasticidad inversa les permitiera, siempre que no tuvieran en cuenta la política arancelaria del país adversario. En nuestro modelo, el arancel óptimo dependerá más bien de su efecto en el excedente del consumidor y en el excedente del productor, componentes de la función objetivo de los gobiernos.

Felbermayr et al. (2012) caracterizan de manera analítica el arancel óptimo no-cooperativo que maximiza el bienestar nacional de una economía de un sólo sector, con competencia monopolística y heterogeneidad de las empresas. Para ello utilizan un modelo Melitz (2003) de equilibrio general. Su modelo consta de un mundo con dos países asimétricos, un continuo de empresas que compiten monopolísticamente y un continuo de consumidores

que presentan preferencias idénticas. El equilibrio consiste en las condiciones de cero beneficio y las condiciones de libre entrada. El arancel óptimo se obtiene de maximizar la función de bienestar, la cual depende del número de bienes disponibles para el consumidor y de los precios de estos bienes. Dicho arancel queda en función del producto del *mark-up* (el cual se define por la elasticidad de sustitución) y de las distorsiones de la entrada, y de la externalidad de los términos de intercambio, la cual se determina por el tamaño relativo del mercado. Este arancel óptimo es creciente en el tamaño relativo del país y en la productividad promedio relativa; es decreciente en las barreras no arancelarias y en la tarifa del socio comercial. En este sentido, los autores señalan que los países pequeños o pobres imponen aranceles menores que los grandes o ricos, resultado que se relaciona con el de Broda et al. (2008).

Un estudio muy reciente es el de Chattopadhyay y Mitka (2019), quienes desarrollan un modelo de equilibrio general de represalias arancelarias con dos bienes y muchos países donde cada país establece su tarifa arancelaria de manera no cooperativa para maximizar la rentabilidad del hogar representativo. Los precios que enfrenta el consumidor representativo doméstico son los precios mundiales distorsionados por un arancel. Otra diferencia con respecto a nuestro modelo es que parten de suponer que el ingreso proveniente del arancel es distribuido a los agentes en forma de una transferencia lump-sum, mientras que nosotros no consideramos esta posibilidad debido a que partimos de que los países inmersos en la guerra comercial no buscan maximizar la recaudación proveniente del arancel. Las preferencias de los consumidores son de tipo Cobb-Douglas. Estos autores muestran que las funciones de mejor respuesta son estrictamente crecientes, pero no responden de manera monótona a aumentos en la tasa arancelaria del país adversario. Su resultado final es que la asignación de equilibrio es Pareto-óptima si y sólo si no hay comercio.

A diferencia de Broda et al. (2008), tanto Felbermayr et al. (2012) como Chattopadhyay y Mitka (2019), partiendo del modelo de equilibrio general, caracterizan los aranceles óptimos de equilibrio de Nash. Sin embargo, dada la estructura de equilibrio general, este tipo de modelos, al carecer de interacción estratégica entre todos los tomadores de decisión, no nos permitirían modelar la guerra comercial entre países cuando la política arancelaria resultante de ésta busca proteger la inversión en I&D realizada por las empresas, componente que tampoco es abordado por estos autores.

Otros trabajos, como el de Markusen y Wigle (1989), investigan, de manera teórica y empírica, los aranceles correspondientes al equilibrio de Nash y el efecto en el bienestar de

Estados Unidos y Canadá. Su modelo parte de suponer una economía con n bienes y m dotaciones de factores. El vector de aranceles óptimos que resulta de minimizar el valor de los pagos de los factores para un precio y un vector de producción dados, y de la relación entre la producción de las empresas con el vector de precios y el vector de dotación de factores queda en función de tres elementos: economías de escala y competencia imperfecta, movilidad de capital, y tamaño del país. El análisis empírico, por su parte, lo realizan como un ejercicio contrafactual usando un modelo numérico de equilibrio general calibrado. Sus principales resultados a nivel teórico son los siguientes: si existen economías de escala, competencia imperfecta y libre entrada en algunas industrias, el arancel óptimo tiende a ser menor; cuando el país es pequeño relativo a sus compañeros comerciales, la tasa arancelaria también es menor; la tasa arancelaria óptima tiende a ser menor cuando el capital se mueve internacionalmente. Sus resultados del análisis numérico son un arancel promedio de 18 % para Estados Unidos y uno de 6 % para Canadá, lo cual respalda el resultado teórico de que a un país grande le resultará óptimo imponer una tasa arancelaria mayor. En nuestro modelo, sin incluir diferencias de tamaño, encontramos que Estados Unidos impone un arancel mayor que China —cuando las empresas son simétricas— debido a que el primero asigna un peso mayor al excedente del consumidor dentro de su función objetivo, lo cual no se debe al tamaño de su economía, sino más bien a las características de la misma.

Un estudio más reciente que también combina lo teórico con lo empírico es el de Blanchard et al. (2016), quienes usan un modelo multi-países y multi-bienes para caracterizar cómo los aranceles impuestos por los gobiernos sobre los bienes finales dependen de la nacionalidad del contenido de valor agregado incorporado en los bienes finales y extranjeros. Su modelo parte de suponer que los países producen y comercian muchos bienes finales. Asumen que la función objetivo de los gobiernos está dada por la suma del ingreso nacional (definido como la suma de la renta procedente del arancel, los pagos a un factor homogéneo y el valor agregado de los insumos), el excedente del consumidor y la suma ponderada de las cuasi-rentas en las producciones. El arancel óptimo maximiza esta función objetivo sujeta a dos restricciones: la condición de no arbitraje y la regla de la nación más favorecida. Los autores encuentran que el arancel ad-valorem óptimo dependerá de cuatro elementos: 1) la elasticidad inversa de la oferta de exportación, la cual captura los términos de intercambio; 2) el radio inverso de penetración de las importaciones; 3) el rol del valor agregado doméstico en la producción extranjera (cuando este valor es alto, lo óptimo para el gobierno es imponer un arancel menor, y; 4) el valor agregado extranjero en la producción doméstica. Después prueban las predicciones del modelo para 14 grandes economías en el periodo de 1995-2009 encontrando evidencia que soporta sus principales

resultados: un mayor valor agregado doméstico en bienes finales extranjeros resulta en aranceles bilaterales más bajos. Por lo tanto, dado que los aranceles a la importación se determinan, por definición, con base en la ubicación del lugar desde el cual se importan las mercancías, las cadenas globales de suministro mundiales alteran los incentivos del gobierno para decidir el nivel de protección a las importaciones.

Por su parte, los modelos de economía política de comercio, como los desarrollados por Mayer (1984), Grossman y Helpman (1994), Willmann (2003) Grossman y Helpman (2005) analizan cómo la política arancelaria impuesta por los legisladores representa los intereses de los votantes. Estos tres autores parten de la maximización del bienestar, el cual se representa mediante la función indirecta de utilidad de los agentes. Es decir, estos modelos, a diferencia del nuestro, no distinguen entre las empresas y los consumidores, ya que lo que interesa son los individuos como votantes. Sus resultados son similares en cuanto a que el arancel óptimo de importación es positivo. Para Grossman y Helpman (1994), por ejemplo, este arancel incrementa con el peso relativo que el gobierno otorga a las contribuciones de campaña y cae con la fracción de votantes que pertenecen a un lobby organizado, mientras que para Willmann (2003) el arancel óptimo es creciente en el número de distritos. En el caso de Mayer dicho arancel es sensible a los cambios en las reglas de elegibilidad de los votantes y los costos de participación de los votantes bajo votación mayoritaria.

Capítulo 2

El Modelo

2.1. Descripción del modelo

En esta sección desarrollamos un modelo de interacción estratégica que consiste en un juego simultáneo de múltiples etapas entre dos países asimétricos que establecen un arancel ad-valorem de manera no cooperativa y entre dos empresas que compiten a la Cournot dentro del mercado de cada país. Los países se distinguen, principalmente, por los pesos que cada uno asigna a los componentes de su función objetivo y que pretendemos relacionar estrechamente con las características actuales de la economía China y la de Estados Unidos.

El juego se desarrolla en tres etapas: en la primera, los gobiernos de cada país establecen un arancel ad-valorem a la importación del bien producido por el otro país que maximice su función objetivo; en una segunda fase, una vez que las empresas conocen el arancel impuesto por los gobiernos cuyo objetivo es protegerlas de la competencia extranjera, deciden cuánto invertir en investigación y desarrollo para producir un nuevo producto que les permitirá abrir un nuevo mercado; en la tercera y última etapa, las empresas compiten en cantidad en cada uno de los mercados.

Nuestro modelo toma como referencia, principalmente, el artículo de Brander y Spencer (1983), donde se analiza la influencia que puede tener un subsidio a la inversión en investigación y desarrollo en la decisión maximizadora de las empresas. La principal modificación es que, en nuestro análisis, la vía por la cual los gobiernos pueden influir en dicha decisión es el establecimiento de un arancel y no el de un subsidio. La diferencia es que, mediante el subsidio en su modelo, el gobierno logra evitar un uso excesivo de I&D por parte de su empresa, es decir, el subsidio le permite alterar la estructura de costos percibida por la empresa tal que ésta se comporte efectivamente como maximizadora de beneficios. Dicho subsidio, que afecta el beneficio de la empresa del otro país sólo a través

de la I&D y no directamente, permite a cada país ganar a expensas del otro; sin embargo, su análisis no se encuentra situado en el contexto de una guerra comercial. Por su parte, el gobierno en nuestro modelo busca, con la imposición del arancel ad-valorem, incentivar la I&D de la empresa representativa a través de la reducción de la cantidad vendida por la empresa rival en el mercado local. Otra desviación importante de nuestro trabajo con respecto al de Brander y Spencer es que nosotros incluimos en la función objetivo de los países tanto el excedente de la empresa como el del consumidor representativo, mientras que estos autores utilizan únicamente la función de beneficios de las empresas, neta de subsidio, como función objetivo de los gobiernos. Argumentan que el consumo doméstico fortalecería los incentivos a subsidiar la inversión en I&D de su empresa, pues dicha acción tiende a incrementar el nivel de producción y a disminuir los precios. Sin embargo, en nuestro modelo, la tasa arancelaria impuesta por el país en cuestión sí tiene un efecto en el excedente del consumidor porque su utilidad depende también del bien que se importa y el cual se está gravando con el arancel.

El modelo a desarrollar parte de los siguientes supuestos:

Consideramos una economía con dos países, el país doméstico y el extranjero, los cuales denotamos con los subíndices d y e , respectivamente. (Con frecuencia utilizaremos los subíndices i y j , entendiéndolo que si i hace referencia al país doméstico, entonces j se refiere al extranjero, y viceversa). El país i ($i \in \{d, e\}$) consta de dos agentes representativos, una empresa y un consumidor. El gobierno de cada país va a determinar el arancel óptimo que maximice su función objetivo conformada por el excedente del consumidor, EC_i , y el beneficio que percibe la empresa representativa, π_i . A diferencia de otros modelos, dentro de esta función no se considera el ingreso proveniente de la recaudación del arancel, pues no estamos suponiendo la existencia de gasto público en el modelo debido a que la política arancelaria sostenida por China y Estados Unidos a raíz de la guerra comercial no es con fines recaudatorios. El país doméstico otorga un peso de α y $1 - \alpha$ a cada uno de sus componentes, mientras que los pesos para el país extranjero son de β y $1 - \beta$, respectivamente. Por lo tanto, las funciones objetivo de los países serán:

$$W_d(t_d, t_e) = \alpha EC_d + (1 - \alpha)\pi_d$$

$$W_e(t_e, t_d) = \beta EC_e + (1 - \beta)\pi_e$$

donde $\alpha, \beta \in (0, 1)$. $t_i \in [0, 1]$ representa la tasa arancelaria impuesta por el gobierno del país i a las importaciones del bien producido por la empresa del país adversario.

Sin pérdida de generalidad, y para facilitar el posterior desarrollo del modelo, asumiremos a Estados Unidos como la economía doméstica y a China como la extranjera, y partiremos de un supuesto clave: dadas las características de la economía China supondremos, al igual que Branstetter y Feenstra (2002), que la empresa representativa de este país es propiedad del gobierno, por lo que, naturalmente, el nivel de beneficios de la empresa tendrá un peso extra en su función objetivo con relación al peso que otorga Estados Unidos a este mismo componente. Por lo tanto, $\alpha > \beta$

La empresa representativa de cada país produce un único bien tecnológico, y_i , el cual puede vender dentro del propio país y exportar al extranjero. Para producir dicho bien, la empresa incurre en un costo marginal constante de c_i . Por simplicidad, suponemos que no existen costos de transporte de exportar el bien al otro país.

Por otro lado, la generación de este bien requiere un nivel de investigación y desarrollo x_i , el cual tiene un costo total de $\frac{\gamma x_i^2}{2}$ que, al ser cuadrático, refleja los rendimientos decrecientes de la I&D. Este costo sigue la misma forma funcional que asumen D'Aspremont & Jacquemin (1988). La relación positiva que guardan el nivel de producción de las empresas con la inversión en investigación y desarrollo, en ausencia de interacción entre empresas, se justifica en modelos desarrollados por autores como Romer (1990), Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992), quienes argumentan que la I&D aumenta la productividad de los demás factores utilizados en la producción de los bienes. Sin embargo, dentro de nuestro modelo, dicha relación se dará a través del tamaño del mercado, es decir, la inversión en I&D permite generar nuevos productos que, a su vez, abren nuevos mercados al interior del propio país y que, asumiremos, tienen un efecto *spillover* (o externalidad) en el mercado del otro país, de lo cual puede aprovecharse la empresa extranjera. Es decir, esta externalidad implica que una empresa, a través de su inversión en I&D, puede agrandar el tamaño de la demanda que enfrenta la otra empresa sin que ésta incurra en costo alguno. Por lo tanto, la inversión en I&D de cada empresa tendrá un efecto en la función de demanda inversa de cada mercado. Se parte del supuesto de que el efecto *spillover* va en la misma dirección pero es de menor magnitud que el efecto principal que tiene la I&D dentro del país al que pertenece la empresa que la realiza.

Otro supuesto importante de nuestro modelo es que no consideramos aquí la posibilidad de inversión extranjera directa, es decir, la posibilidad de que las empresas puedan instalar una planta en el país extranjero para evadir el pago del arancel, ya que en el corto plazo (periodo de análisis del modelo dada la estructura de *one-shot game*) resulta demasiado costoso establecer una nueva planta debido a los costos fijos en los que debe incurrirse.

Así, la función de beneficios de la empresa representativa dentro del país i , π^i , está dada por:

$$\pi_i(Y_d, Y_e, x_i, x_j, t_i, t_j) = p_d(x_d, x_e, Y_d)y_{id} + p_e(x_d, x_e, Y_e)y_{ie} - c_i(y_{id}, y_{ie}) - \frac{\gamma}{2}x_i^2 - t_j p_j y_{ij}$$

donde $i \in \{d, e\}$, $i \neq j$. El primer subíndice hace referencia al país de producción y el segundo al país donde es vendido el bien. Por lo tanto, $Y_d = y_{dd} + y_{ed}$ e $Y_e = y_{de} + y_{ee}$.

x_i , el nivel de inversión en I&D, depende de la tasa arancelaria impuesta por el país i a las importaciones del bien tecnológico extranjero, la cual representamos con t_i . Este arancel ad-valorem es absorbido en su totalidad por la empresa del país j y no por el consumidor, ya que la fijación de precios se realiza con respecto a un bien homogéneo, lo que impide a dicha empresa cargar el arancel en el precio de su producto. p_d y p_e son las funciones de demanda inversas que enfrentan las empresas en cada uno de los mercados, donde $p_i(Y_i)$ es una función dos veces diferenciable, $p'_i(Y_i) < 0$, y, además, suponemos que se cumple la siguiente condición: $p''_i(Y_i)Y_i + p'_i(Y_i) < 0$ ¹. Estas funciones de demanda dependen tanto de la producción vendida dentro del mercado como de la inversión en I&D que realicen las empresas.

Los consumidores pueden acceder tanto al bien producido al interior del propio país como al bien importado procedente del extranjero, y presentan preferencias idénticas por cada uno de ellos. Así, el consumidor representativo del país i disfruta de un excedente dado por

$$EC_i = \int_0^{Y_i^*} p_i(u)du - p_i Y_i^*$$

De este modo, el excedente del consumidor del país i nos permite capturar la disminución en el acceso a bienes extranjeros importados que enfrentan los consumidores como consecuencia del arancel impuesto por los gobiernos.

2.2. Definición de EPS y estrategia de solución del modelo

Como se mencionó anteriormente, el juego se desarrolla en tres etapas, cada una caracterizada por los siguientes elementos:

¹Esta condición es comúnmente asumida en los modelos de oligopolio Cournot porque asegura la existencia y la unicidad del equilibrio.

Primera etapa

- Conjunto de jugadores que toman la decisión: gobierno doméstico y gobierno extranjero
- Perfil de estrategias dado por el tamaño del arancel ad-valorem de cada gobierno: (t_d, t_e)
- Las funciones de pago definidas por la función objetivo de cada uno de los gobiernos: (W_d, W_e)

En esta etapa los gobiernos de cada país, de forma simultánea, eligen una tasa arancelaria a las importaciones que maximice su función objetivo compuesta por el excedente del consumidor y los beneficios de su empresa representativa.

El conjunto de aranceles óptimos $(t_d^*, t_e^*) \in [0, 1]$ que resultan de esta etapa son tales que para cada $i = \{d, e\}$:

$$W_i(t_i^*, t_{-i}^*) \geq W^i(t_i, t_{-i}^*)$$

Segunda etapa

- Conjunto de jugadores que toman la decisión: empresa doméstica y empresa extranjera
- Perfil de estrategias conformado por el nivel de inversión en I&D de cada empresa: (x_d, x_e)
- Funciones de pago dadas por los beneficios de cada empresa: (π_d, π_e)

En esta segunda etapa, una vez que las empresas observan el nivel del arancel ad-valorem fijado por los gobiernos en la primera etapa, y teniendo en cuenta la inversión de la empresa adversaria, van a elegir simultáneamente el nivel de inversión en investigación y desarrollo que maximice su función de beneficios. Los niveles óptimos de inversión en I&D, dado que ya conocen t_d^* y t_e^* , deberán cumplir la condición de que para cada $i = \{d, e\}$:

$$\pi_i(x_i^*, x_{-i}^*) \geq \pi^i(x_i, x_{-i}^*)$$

Tercera etapa

- Conjunto de jugadores que toman la decisión: empresa doméstica y empresa extranjera
- Perfil de estrategias definido por el nivel de producción de cada empresa para cada mercado: $(y_{dd}, y_{de}, y_{ed}, y_{ee})$

- Las funciones de pago determinadas por el nivel de beneficios de cada empresa: (π_d, π_e)

En esta etapa, cada una de las empresas, dados los aranceles óptimos impuestos por los gobiernos y los niveles óptimos de inversión en I&D que han elegido en la anterior etapa, va a decidir, de manera simultánea, la cantidad de producción que maximiza sus beneficios en función de lo que produce la otra empresa, es decir, compiten a la Cournot en cada uno de los mercados, dando como solución un perfil de estrategias $y_{dd}^*, y_{de}^*, y_{ed}^*, y_{ee}^*$, tal que para cada $i = \{d, e\}$, dado que t_d^*, t_e^*, x_d^* y x_e^* ya son conocidos:

$$\pi_i(y_i^*, y_{-i}^*) \geq \pi_i(y_i, y_{-i}^*)$$

En el cuadro 2.1 se muestran, a manera de resumen, las tres etapas del juego. Por lo tanto, dado que nos encontramos ante un juego de múltiples etapas, el concepto de solución de este modelo es el Equilibrio Perfecto en Subjuegos (EPS), el cual consiste, en este caso, en un par de aranceles (t_d^*, t_e^*) , un par de niveles de inversión en I&D (x_d^*, x_e^*) , y un vector de niveles de producción $(y_{dd}^*, y_{de}^*, y_{ed}^*, y_{ee}^*)$, tales que:

1. Cada gobierno maximice su función objetivo, las cuales están dadas por:

$$W_d(t_d, t_e) = \alpha EC_d + (1 - \alpha)\pi_d$$

$$W_e(t_e, t_d) = \beta EC_e + (1 - \beta)\pi_e$$

2. Cada empresa, dadas las tasas arancelarias impuestas por los gobiernos, maximice su función de beneficios dada por:

$$\pi_i(Y_d, Y_e, x_i, x_j, t_i, t_j) = p_d(x_d, x_e, Y_d)y_{id} + p_e(x_d, x_e, Y_e)y_{ie} - c_i(y_{id}, y_{ie}) - \frac{\gamma}{2}x_i^2 - t_j p_j y_{ij}$$

3. Cada empresa, una vez que conoce las tasas arancelarias impuestas por los gobiernos y los niveles de inversión en I&D elegidos por cada empresa, maximice su función de beneficios dada por:

$$\pi_i(Y_d, Y_e, x_i, x_j, t_i, t_j) = p_d(x_d, x_e, Y_d)y_{id} + p_e(x_d, x_e, Y_e)y_{ie} - c_i(y_{id}, y_{ie}) - \frac{\gamma}{2}x_i^2 - t_j p_j y_{ij}$$

El método para solucionar este modelo es por inducción hacia atrás, de modo que en cada subjuego habrá que encontrar las funciones de mejor respuesta de los jugadores, tomando como dadas las acciones de la(s) etapa(s) previa(s). Más específicamente:

comenzamos resolviendo la tercera etapa tomando como dados los niveles de inversión y las tasas arancelarias que surgen de la segunda y primera etapa, respectivamente. Usando la solución de esta tercera etapa, podemos sustituir en la función de beneficios de las empresas para obtener sus funciones de mejor respuesta para el juego de la segunda etapa, en la cual resolvemos para el nivel de inversión en I&D tomando como dadas las tasas arancelarias. Por último, incorporamos la solución de la segunda etapa en la función objetivo de los gobiernos y resolvemos para el arancel ad-valorem. De esta manera daremos lugar al Equilibrio Perfecto en Subjuegos.

Etapa	Jugadores que toman la decisión	Información previa	Variable de decisión
Primera	Gobiernos de cada país	—	t_i
Segunda	Empresas representativas	(t_d, t_e)	x_i
Tercera	Empresas representativas	(t_d, t_e) y (x_d, x_e)	y_{ii}, y_{ij}

Cuadro 2.1. Etapas del juego

2.3. Solución del modelo en su forma general

En esta sección resolveremos para el EPS del juego completo prescindiendo de alguna forma particular para la función inversa de demanda. Como ya se puntualizó, el método de solución es inducción hacia atrás, por lo que comenzaremos por la última etapa.

2.3.1. Tercera etapa: competencia a la Cournot

→ Empresa del país i resuelve:

$$\underset{y_{ii}, y_{ij}}{Max} \quad \pi_i = p_i(x_d, x_e, y_{ii}, y_{ji})y_{ii} + (1 - t_j)p_j(x_d, x_e, y_{ij}, y_{jj})y_{ij} - c_i(y_{ii} + y_{ij}) - \frac{\gamma}{2}x_i^2(t_i, t_j)$$

Resolviendo para y_{ii} y para y_{ij} obtenemos las siguientes condiciones de primer orden:

$$p'_i(Y_i)y_{ii} + p_i - c_i = 0 \tag{2.1}$$

$$p'_j(Y_j)y_{ij} + p_j - \frac{c_i}{1 - t_j} = 0 \tag{2.2}$$

donde $p'_i(Y_i) < 0$ y $p'_j(Y_j) < 0$ son la primera derivada de la función inversa de demanda con respecto a la producción total vendida dentro del país en cuestión.

De las condiciones de primer orden obtenemos las funciones de reacción, las cuales se pueden expresar en términos de la empresa doméstica y de la empresa extranjera como:

$$\begin{aligned} y_{dd}(y_{ed}) &= \frac{c_d - p_d}{p'_d(Y_d)} & y_{de}(y_{ee}) &= \frac{\frac{c_d}{1-t_e} - p_e}{p'_e(Y_e)} \\ y_{ed}(y_{dd}) &= \frac{\frac{c_e}{1-t_d} - p_d}{p'_d(Y_d)} & y_{ee}(y_{de}) &= \frac{c_e - p_e}{p'_e(Y_e)} \end{aligned}$$

donde $Y_d = y_{dd} + y_{ed}$ es el único valor de producción que cumple:

$$p'_d(Y_d)Y_d + 2p_d = c_d + \frac{c_e}{1-t_e}$$

Por simetría, cambiando los subíndices se obtiene la misma condición para Y_e .

Nótese que el arancel impuesto por el país adversario desplaza la función de reacción y_{ij} hacia la izquierda en el espacio de la producción con respecto a la que sería si no se impusiera una tasa arancelaria. Esto nos lleva al siguiente resultado:

Proposición 1. *Bajo una competencia a la Cournot, y sin tener en cuenta el efecto de los aranceles en la inversión en I&D, siempre que t_j sea positivo y que $c_j \leq \frac{c_i}{1-t_j}$, independientemente de lo que produzca la empresa j para su propio país, la mejor respuesta de la empresa i es vender una cantidad menor que j al interior del país j .*

Por lo tanto, el arancel ad-valorem que impongan China y Estados Unidos en respuesta a la guerra comercial, tendrá un efecto negativo directo en la cantidad de producto que le conviene vender a la empresa adversaria dentro del mercado de su país relativo a la cantidad vendida por la empresa propia.

Resolviendo a la Cournot en cada uno de los mercados obtenemos los niveles de producción que maximizan los beneficios de cada empresa para un nivel de inversión en investigación y desarrollo y un arancel óptimos dados. Estos niveles de producción de equilibrio pueden ser expresados, como funciones, de la forma siguiente:

$$y_{dd}^* = f_{dd}(x_d, x_e, c_d, c_e, t_d) \quad y_{de}^* = f_{de}(x_d, x_e, c_d, c_e, t_e) \quad (2.3)$$

$$y_{ed}^* = f_{ed}(x_d, x_e, c_d, c_e, t_d) \quad y_{ee}^* = f_{ee}(x_d, x_e, c_d, c_e, t_e) \quad (2.4)$$

De acuerdo con los resultados del Cournot clásico, las cantidades óptimas de producción de la empresa i son decrecientes en su propio costo de producción y crecientes en el costo de la empresa rival. A su vez, los niveles de producción de equilibrio serán crecientes tanto en su nivel de inversión en I&D, que les permite ampliar el tamaño de su propio mercado, como en el de la otra empresa que, asumimos, genera una externalidad a través de la demanda. El resultado anterior marca una diferencia con respecto al modelo de Brander y Spencer (1983), ya que por la falta de un efecto *spillover* en su modelo, estos autores encuentran que la producción de equilibrio es creciente en la I&D propia, pero decreciente en la realizada por la otra empresa.

Diferenciando totalmente la condición de primer orden (2.2) con respecto a y_{ij} , y_{jj} y t_j , tenemos:

$$\begin{bmatrix} \pi_{ij,ij}^i & \pi_{ij,jj}^i \\ \pi_{jj,ij}^j & \pi_{jj,jj}^j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial y_{ij}}{\partial t_j} \\ \frac{\partial y_{jj}}{\partial t_j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{c_i}{(1-t_j)^2} \\ 0 \end{bmatrix}$$

donde²:

$$\begin{aligned} \pi_{ij,ij}^i &= p_j'' y_{ij} + 2p_j' \\ \pi_{jj,ij}^j &= p_j'' y_{jj} + 2p_j' \\ \pi_{ij,jj}^i &= p_j'' y_{ij} + p_j' \\ \pi_{jj,jj}^j &= p_j'' y_{jj} + p_j' \end{aligned}$$

Resolviendo la ecuación matricial obtenemos el siguiente resultado de estática comparativa:

$$\begin{aligned} \frac{\partial y_{ij}}{\partial t_j} &= \frac{(p_j'' y_{jj} + p_j') \frac{c_i}{(1-t_j)^2}}{D} < 0 \\ \frac{\partial y_{jj}}{\partial t_j} &= -\frac{p_j'' y_{ij} + 2p_j'}{D} > 0 \end{aligned}$$

donde $D^3 = \pi_{ij,ij}^i \pi_{jj,jj}^j - \pi_{ij,jj}^i \pi_{jj,ij}^j > 0$ y $p_i''(Y_i)Y_i + p_i'(Y_i) < 0$, supuesto ya establecido anteriormente. Comprobamos, entonces, lo ya anticipado en la proposición 1: la tasa arancelaria impuesta por el país j tiene el efecto de aumentar la producción de su empresa representativa y disminuir la de la empresa adversaria.

²Por notación convencional, y por única ocasión, utilizamos los subíndices en π para denotar las derivadas, y los superíndices para referirnos al país al que pertenece la empresa representativa.

³Al igual que Spencer y Brander (1983), partimos de la condición de que los efectos propios de la producción en el beneficio marginal dominan los efectos cruzados.

Sustituyendo las cantidades de equilibrio en las funciones inversas de demanda llegamos a los precios de equilibrio, los cuales nos permitirán obtener, a su vez, los beneficios de cada empresa:

$$p_d^* = f_d(x_d, x_e, c_d, c_e, t_d)$$

$$p_e^* = f_e(x_d, x_e, c_d, c_e, t_e)$$

$$\pi_d = -p'_d(Y_d)f_{dd}^2 - (1 - t_e)p'_e(Y_e)f_{de}^2 - \frac{\gamma}{2}x_d^2 \quad (2.5)$$

$$\pi_e = -p'_e(Y_e)f_{ee}^2 - (1 - t_d)p'_d(Y_d)f_{ed}^2 - \frac{\gamma}{2}x_e^2 \quad (2.6)$$

2.3.2. Segunda etapa: nivel de inversión en I&D

Partiendo de las ecuaciones (2.5) y (2.6) procedemos a solucionar el problema de maximización que enfrentan las empresas para decidir la inversión en I&D que les resulta óptimo realizar dado que ya conocen el arancel impuesto por los gobiernos. El análisis lo haremos para la empresa i , al igual que en la tercera etapa, teniendo en cuenta que bastará con sustituir los subíndices para obtener la solución de cada empresa.

$$\underset{f_{ii}, f_{ij}}{Max} \quad \pi_i = -p'_i(Y_i)f_{ii}^2 - (1 - t_j)p'_j(Y_j)f_{ij}^2 - \frac{\gamma}{2}x_i^2$$

Diferenciando con respecto a x_i , obtenemos:

$$-2p'_i(Y_i)f_{ii}\frac{\partial f_{ii}}{\partial x_i} - 2(1 - t_j)p'_j(Y_j)f_{ij}\frac{\partial f_{ij}}{\partial x_i} - \gamma x_i = 0$$

Despejando x_i podemos expresar las funciones de reacción de cada empresa de su nivel de inversión en I&D como:

$$x_d(x_e) = \frac{-2p'_d(Y_d)f_{dd}\frac{\partial f_{dd}}{\partial x_d} - 2(1 - t_e)p'_e(Y_e)f_{de}\frac{\partial f_{de}}{\partial x_d}}{\gamma}$$

$$x_e(x_d) = \frac{-2p'_e(Y_e)f_{ee}\frac{\partial f_{ee}}{\partial x_e} - 2(1 - t_d)p'_d(Y_d)f_{ed}\frac{\partial f_{ed}}{\partial x_e}}{\gamma}$$

Puesto que $p'_i(Y_i) < 0$ y tanto f_{ii} como f_{ij} responden de manera positiva ante aumentos en la inversión en I&D de la empresa i (ya que ésta amplía el tamaño del mercado tanto en el país i como en el país j), entonces se observa que, en función de lo que haga la empresa j , la mejor respuesta de i es un nivel de inversión en I&D positivo.

Resolviendo el anterior sistema de ecuaciones de manera simultánea obtenemos los niveles de inversión en I&D de equilibrio, es decir, aquéllos que realizarán cada una de las empresas cuando toman en cuenta lo que hará la empresa rival y las tasas arancelarias que han impuesto los gobiernos. Las x 's óptimas pueden expresarse, entonces, como funciones de los costos marginales, los aranceles y el parámetro del costo de la I&D:

$$x_d^* = h_d(c_d, c_e, \gamma, t_d, t_e) \quad (2.7)$$

$$x_e^* = h_e(c_d, c_e, \gamma, t_d, t_e) \quad (2.8)$$

Estos niveles de inversión en I&D de equilibrio son decrecientes en el costo marginal de producción de la propia empresa y crecientes en el costo de producción de la empresa rival, ya que los resultados del Cournot indican que cuanto menor sea su costo marginal de producción, la empresa i podrá apropiarse de una mayor proporción del mercado, lo que la incentiva a realizar una mayor inversión en I&D que le permita ampliar los mercados en los cuales vende su producto. Por su parte, el costo marginal de la empresa j ejerce el efecto contrario en la producción de la empresa i y, por tanto, en h_i . A su vez, acorde con la literatura, las ecuaciones (2.7) y (2.8) resultan decrecientes en γ , el parámetro del costo de la I&D, y esperaríamos que x_i fuera creciente en el arancel impuesto por el país i , ya que dicho arancel disminuye la cantidad que puede vender la empresa j en el mercado i y, por tanto, permite a la empresa i abarcar una mayor parte de su mercado. Por la razón análoga, esperaríamos que x_i fuera decreciente con respecto a t_j . Por lo tanto, a partir de aquí supondremos que:

$$\begin{array}{ll} \frac{\partial h_d}{\partial t_d} > 0 & \frac{\partial h_d}{\partial t_e} < 0 \\ \frac{\partial h_e}{\partial t_e} > 0 & \frac{\partial h_e}{\partial t_d} < 0 \end{array}$$

Es decir, suponemos que los aranceles impuestos por China y Estados Unidos cumplen el objetivo de incentivar la inversión en I&D de su empresa representativa al mismo tiempo que desincentivan la inversión realizada por la empresa rival. De modo que si las empresas fueran

simétricas y, por ejemplo, el arancel de Estados Unidos fuera mayor que el impuesto por China, los efectos mencionados permitirían a la empresa estadounidense ampliar el tamaño del mercado tanto nacional como el extranjero, y apoderarse de una mayor proporción de los mismos con relación a la empresa china.

Sustituyendo los niveles de inversión óptimos de las ecuaciones (2.7) y (2.8) en las cantidades de producción que resultaron del Cournot de la tercera etapa, tendremos los niveles de producción de cada empresa en función de los costos marginales, el parámetro γ y las tasas arancelarias. Por lo tanto, siendo g la función que nos representa esta relación, podemos expresar las cantidades y los precios de equilibrio de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} y_{dd}^* &= g_{dd}(c_d, c_e, \gamma, t_d, t_e) & y_{de}^* &= g_{de}(c_d, c_e, \gamma, t_d, t_e) \\ y_{ed}^* &= g_{ed}(c_d, c_e, \gamma, t_d, t_e) & y_{ee}^* &= g_{ee}(c_d, c_e, \gamma, t_d, t_e) \\ p_d^* &= g_d(c_d, c_e, \gamma, t_d, t_e) & p_e^* &= g_e(c_d, c_e, \gamma, t_d, t_e) \end{aligned}$$

De modo que las ecuaciones (2.5) y (2.6) se convierten en:

$$\pi_d = -p'_d(Y_d)g_{dd}^2 - (1 - t_e)p'_e(Y_e)g_{de}^2 - \frac{\gamma}{2}h_d^2 \quad (2.9)$$

$$\pi_e = -p'_e(Y_e)g_{ee}^2 - (1 - t_d)p'_d(Y_d)g_{ed}^2 - \frac{\gamma}{2}h_e^2 \quad (2.10)$$

2.3.3. Primera etapa: arancel óptimo

Ahora resolveremos para el nivel de arancel óptimo que impondrá el gobierno de cada país tal que le permita alcanzar el nivel máximo de su función objetivo, la cual se describió en el apartado 2.1 y está dada por:

$$W_d(t_d, t_e) = \alpha EC_d + (1 - \alpha)\pi_d$$

$$W_e(t_e, t_d) = \beta EC_e + (1 - \beta)\pi_e$$

donde los beneficios de su empresa representativa, π_d y π_e , corresponden a las ecuaciones (2.9) y (2.10), respectivamente, y representan el excedente del productor. Por su parte, el excedente del consumidor se definió como:

$$EC_i = \int_0^{Y_i^*} p_i(u)du - p_i^* Y_i^*$$

siendo $Y_i^* = (g_{ii} + g_{ji})$ y $p_i^* = g_d$. De manera que, partiendo de las cantidades de equilibrio que resultaron de la etapa previa, el excedente del consumidor puede ser expresado como una función de los costos marginales, las tasas arancelarias y γ ; esto es $EC_i = q_i(c_d, c_e, \gamma, t_d, t_e)$.

Teniendo en cuenta lo anterior, solucionemos el problema de optimización que enfrenta el gobierno doméstico, considerando que es análogo al problema del gobierno extranjero.

→ Gobierno doméstico resuelve:

$$\underset{t_d}{Max} \quad W_d = \alpha q_d + (1 - \alpha)\pi_d$$

De la condición de primer orden tenemos,

$$\frac{\partial W_d}{\partial t_d} = \alpha \frac{\partial q_d}{\partial t_d} + (1 - \alpha) \frac{\partial \pi_d}{\partial t_d} = 0 \quad (2.11)$$

dando lugar al siguiente resultado:

Proposición 2. *Bajo el supuesto de que $\alpha, \beta \in (0, 1)$, el arancel que da solución al problema de maximización de los gobiernos doméstico y extranjero debe ser tal que el efecto que ejerce en el excedente del consumidor se compense con el efecto que tiene en el excedente del productor.*

Entonces si, por ejemplo, el gobierno de Estados Unidos otorgara el mismo peso al excedente del consumidor y al del productor de manera que $\alpha = 0.5$, el efecto del arancel que imponga a las importaciones provenientes de China deberá ser de la misma magnitud en cada uno de los componentes pero en dirección opuesta.

Haciendo un simple despeje de la ecuación (2.11), obtenemos la siguiente condición:

$$\frac{\alpha}{1 - \alpha} = \left| \frac{\pi'_d(t_d)}{q'_d(t_d)} \right| \quad (2.12)$$

Es decir, en el óptimo, el arancel ejerce un efecto en los componentes de la función objetivo que permite que la relación absoluta de las derivadas de estos componentes con respecto al arancel iguale la relación de los pesos asignados a cada componente. Resolviendo de forma análoga el problema de maximización del gobierno extranjero, obtenemos:

$$\frac{\beta}{1 - \beta} = \left| \frac{\pi'_e(t_e)}{q'_e(t_e)} \right| \quad (2.13)$$

Esto nos permite concluir que, bajo el supuesto establecido de que $\alpha > \beta$,

$$\left| \frac{\pi'_d(t_d)}{q'_d(t_d)} \right| > \left| \frac{\pi'_e(t_e)}{q'_e(t_e)} \right|$$

A primera vista parece difícil discernir cuál de los componentes de la función objetivo responderá de manera positiva y cuál lo hará en la dirección opuesta, por lo que daremos solución al mismo problema de optimización pero sustituyendo el excedente del productor por la ecuación (2.9):

$$\underset{t_d}{Max} \quad W_d = \alpha q_d + (1 - \alpha) \left[-p'_d(Y_d)g_{dd}^2 - (1 - t_e)p'_e(Y_e)g_{de}^2 - \frac{\gamma}{2}h_d^2 \right]$$

De la condición de primer orden, tenemos:

$$\alpha \frac{\partial q_d}{\partial t_d} + (1 - \alpha) \left[-2p'_d(Y_d)g_{dd} \frac{\partial g_{dd}}{\partial t_d} - 2(1 - t_e)p'_e(Y_e)g_{de} \frac{\partial g_{de}}{\partial t_d} - \gamma h_d \frac{\partial h_d}{\partial t_d} \right] = 0 \quad (2.14)$$

Puesto que en la segunda etapa establecimos el supuesto de que $\frac{\partial h_d}{\partial t_d} > 0$, entonces t_d también ejercerá un efecto positivo en la producción de la empresa doméstica a través de x_d . Sin embargo, este efecto será mayor en g_{dd} que en g_{de} , ya que en éste último pasa a través del efecto *spillover* que tiene x_d en el tamaño del mercado extranjero y que, asumimos, es menor al efecto directo. Por tanto, esperaríamos que:

$$\frac{\partial g_{dd}}{\partial t_d} > 0 \qquad \frac{\partial g_{de}}{\partial t_d} > 0 \quad (2.15)$$

Análogamente, para la empresa extranjera tenemos:

$$\frac{\partial g_{ee}}{\partial t_e} > 0 \qquad \frac{\partial g_{ed}}{\partial t_e} > 0 \quad (2.16)$$

Proposición 3. *Bajo el supuesto de que $p'_i(Y_i) < 0$ y de que la empresa representativa siempre tendrá beneficios positivos, el cumplimiento de los supuestos (2.15) y (2.16) asegura que el efecto del arancel óptimo será positivo en el excedente del productor y, por ende, negativo en el excedente del consumidor. Esto es:*

$$\frac{\partial q_i}{\partial t_i} < 0 \qquad \frac{\partial \pi_i}{\partial t_i} > 0 \qquad (2.17)$$

Ahora bien, para dar solución a los aranceles de equilibrio, resolvamos el problema de maximización del gobierno extranjero:

$$\underset{t_e}{Max} \quad W_e = \beta q_e + (1 - \beta) \left[-p'_e(Y_e)g_{ee}^2 - (1 - t_d)p'_d(Y_d)g_{ed}^2 - \frac{\gamma}{2}h_e^2 \right]$$

De la condición de primer orden, obtenemos:

$$\beta \frac{\partial q_e}{\partial t_e} + (1 - \beta) \left[-2p'_e(Y_e)g_{ee} \frac{\partial g_{ee}}{\partial t_e} - 2(1 - t_d)p'_d(Y_d)g_{ed} \frac{\partial g_{ed}}{\partial t_e} - \gamma h_e \frac{\partial h_e}{\partial t_e} \right] = 0 \qquad (2.18)$$

Las ecuaciones (2.14) y (2.18) nos dan las funciones de reacción del gobierno doméstico y extranjero en forma implícita, respectivamente, las cuales expresan el arancel que maximiza la función objetivo de cada país como función de la política arancelaria de su adversario comercial.

El equilibrio ocurre cuando ambas ecuaciones se satisfacen, por lo que resolviendo el sistema damos solución a los aranceles de equilibrio, los cuales estarán, eventualmente, en función de los costos marginales de producción y del parámetro del costo de la inversión en investigación y desarrollo. Sea r_i la función que representa esta relación, podemos expresar dichos aranceles de la siguiente manera:

$$t_d^* = r_d(c_d, c_e, \gamma) \qquad (2.19)$$

$$t_e^* = r_e(c_d, c_e, \gamma) \qquad (2.20)$$

Resulta difícil determinar las características de los aranceles óptimos dada la generalidad del problema, por lo que dejaremos este análisis para la siguiente sección en la

que partimos de una forma funcional concreta de la demanda. Así, finalmente, el equilibrio perfecto en subjuegos estará dado por los niveles de producción, de inversión en I&D y las tasa arancelarias de equilibrio en cada país, los cuales constituyen un equilibrio de Nash en cada etapa y quedan resumidos en las ecuaciones (2.3), (2.4), (2.7), (2.8), (2.19) y (2.20).

2.4. Solución del modelo bajo una función de demanda lineal

En esta sección daremos solución al modelo dando una forma específica a las funciones de demanda, las cuales supondremos lineales y dadas por:

$$p_d = k + x_d - b_d Y_d = k + x_d - b_d(y_{dd} + y_{ed})$$

$$p_e = k + x_e - b_e Y_e = k + x_e - b_e(y_{ee} + y_{de})$$

donde b es un parámetro mayor a cero. $k + x_i > 0$ captura el tamaño de la demanda del mercado. Se asume que los mercados en ambos países tienen el mismo tamaño k cuando $x_d = x_e = 0$. Sin embargo, cuando la inversión en I&D es positiva, el tamaño del mercado aumenta, de modo que las decisiones de las empresas con respecto a dicha inversión son conducidas por un motivo de expansión de los mercados. Un aumento en x_i desplazará, entonces, la curva inversa de demanda hacia la derecha cualquiera que sea la cantidad producida. Una condición importante para asegurar un equilibrio interior tanto en la tercera etapa como en la segunda es que la demanda previa a la I&D sea suficientemente grande en relación con los costos marginales de producción, tal que $k > \delta_i$, donde $\delta_i = \max\{2c_i - \frac{c_j}{1-t_i}, 2\frac{c_j}{1-t_i} - c_i\}$.

Con esta forma funcional, a su vez, prescindimos del efecto *spillover* que producía la inversión en I&D de la empresa del país i en el mercado del país j . Por construcción, en la segunda etapa, a las empresas sólo les va a interesar el mercado de su país, ya que es donde su inversión en I&D tiene efectos. Las implicaciones que esta simplificación del modelo general puede traer son, en primera instancia, la eliminación de la interacción entre las empresas en la segunda etapa, así como de la interacción entre los gobiernos en la primera etapa. Por tanto, en ausencia de interacción, no contaremos con funciones de reacción en las etapas ya mencionadas, lo cual descarta la guerra comercial que se planteaba como punto de partida.

La estrategia de solución no cambia, es decir, procederemos por inducción hacia atrás, ya que a pesar de la inexistencia de interacción en las primeras dos etapas, cada uno de los

gobiernos va a imponer la tasa arancelaria de manera estratégica, teniendo en consideración las respuestas óptimas de las empresas ante su decisión.

2.4.1. Tercera etapa: competencia a la Cournot

Procederemos a resolver el problema de maximización de la función de beneficios de cada una de las empresas con respecto a la cantidad a producir para cada uno de los mercados, manteniendo fija la inversión en I&D y las tasas arancelarias impuestas por los gobiernos.

→ Empresa doméstica resuelve:

$$\underset{y_{dd}, y_{de}}{Max} \pi_d = \left[k + x_d - b_d(y_{dd} + y_{ed}) - c_d \right] y_{dd} + (1 - t_e) \left[k + x_e - b_e(y_{ee} + y_{de}) - t \frac{c_d}{1 - t_e} \right] y_{de} - \frac{\gamma}{2} x_d^2$$

Diferenciando con respecto a y_{dd} y a y_{de} , obtenemos las funciones de reacción de la empresa doméstica:

$$y_{dd}(y_{ed}) = \frac{k + x_d - b_d y_{ed} - c_d}{2b_d}$$

$$y_{de}(y_{ee}) = \frac{k + x_e - b_e y_{ee} - \frac{c_d}{1 - t_e}}{2b_e}$$

→ Empresa extranjera resuelve:

$$\underset{y_{ed}, y_{ee}}{Max} \pi_e = \left[k + x_e - b_e(y_{ee} + y_{de}) - c_e \right] y_{ee} + (1 - t_d) \left[k + x_d - b_d(y_{dd} + y_{ed}) - \frac{c_e}{1 - t_d} \right] y_{ed} - \frac{\gamma}{2} x_e^2$$

Obteniendo de las condiciones de primer orden las funciones de reacción de la empresa extranjera:

$$y_{ed}(y_{dd}) = \frac{k + x_d - b_d y_{dd} - \frac{c_e}{1 - t_d}}{2b_d}$$

$$y_{ee}(y_{de}) = \frac{k + x_e - b_e y_{de} - c_e}{2b_e}$$

Al igual que en el modelo general, tanto para la empresa doméstica como para la extranjera, la tasa arancelaria impuesta por el país adversario desplaza hacia la izquierda aquella función de reacción referente a la cantidad que vende en el otro país.

Resolviendo a la Cournot en cada uno de los mercados obtenemos las cantidades de equilibrio que producirá cada empresa cuando los niveles de inversión en I&D y las tasas arancelarias ya son conocidas:

$$y_{dd}^* = \frac{k + x_d - 2c_d + \frac{c_e}{1-t_d}}{3b_d} \quad y_{de}^* = \frac{k + x_e + c_e - 2\frac{c_d}{1-t_e}}{3b_e} \quad (2.21)$$

$$y_{ed}^* = \frac{k + x_d + c_d - 2\frac{c_e}{1-t_d}}{3b_d} \quad y_{ee}^* = \frac{k + x_e - 2c_e + \frac{c_d}{1-t_e}}{3b_e} \quad (2.22)$$

Nótese que, como en todo Cournot clásico, las cantidades producidas por la empresa i son decrecientes en su propio costo marginal, pero crecientes en el costo marginal de la empresa j . Sin embargo, este efecto es exacerbado por las tasas arancelarias, de modo que el arancel ad-valorem impuesto por el gobierno del país i incrementa la producción de equilibrio de Cournot de su empresa representativa al mismo tiempo que disminuye la cantidad vendida por la empresa j dentro del mercado del país i . Este resultado es consistente con lo encontrado para el modelo en su versión general y se puede observar más claramente tomando primeras derivadas de las cantidades de equilibrio con respecto a la tasa arancelaria del país i :

$$\frac{\partial y_{ii}^*}{\partial t_i} = \frac{c_j}{3b_i(1-t_i)^2} > 0, \quad \frac{\partial y_{ji}^*}{\partial t_i} = \frac{-2c_j}{3b_i(1-t_i)^2} < 0$$

De hecho, si los costos marginales de producción de ambas empresas fueran simétricos, y t_j fuera igual a cero, la empresa i sería capaz de vender en el país j el mismo nivel de producto que la empresa instalada en dicho país; esto es, $y_{ij} = y_{jj}$. De (2.21) y (2.22) también observamos claramente el efecto positivo de la inversión en I&D de la empresa i en las cantidades vendidas por ambas empresas dentro del mercado i . Por tanto, nótese que a pesar de la ausencia de un efecto *spillover* la empresa del país j aún puede aprovecharse de la I&D realizada por la empresa i , ya que esto amplía su mercado de exportación. En términos de los países aquí analizados, lo anterior sería equivalente a decir que la inversión en I&D de la empresa estadounidense generaría nuevos gustos a la población de ese país, ampliando el tamaño de su mercado al cual también tiene acceso la empresa china a través de las importaciones que realizan los consumidores estadounidenses.

Ahora bien, introduciendo las cantidades óptimas de producción en las funciones inversas de demanda llegamos a los precios de equilibrio en cada mercado, los cuales sustituimos en las funciones de beneficios para obtener:

$$p_d^* = \frac{k + x_d + c_d + \frac{c_e}{1-t_d}}{3}$$

$$p_e^* = \frac{k + x_e + c_e + \frac{c_d}{1-t_e}}{3}$$

$$\pi_d = b_d(y_{dd})^2 + (1 - t_e)b_e(y_{de})^2 - \frac{\gamma}{2}x_d^2$$

$$\pi_e = b_e(y_{ee})^2 + (1 - t_d)b_d(y_{ed})^2 - \frac{\gamma}{2}x_e^2$$

Estas ecuaciones son equivalentes a las (2.5) y (2.6), respectivamente, del caso general, siendo $-p'_i(Y_i) = b_i$. Sustituyendo los niveles de producción de equilibrio dados por (2.21) y (2.22), tenemos:

$$\pi_d = \frac{1}{9b_d} \left(k + x_d - 2c_d + \frac{c_e}{1-t_d} \right)^2 + \frac{1-t_e}{9b_e} \left(k + x_e + c_e - 2\frac{c_d}{1-t_e} \right)^2 - \frac{\gamma}{2}x_d^2 \quad (2.23)$$

$$\pi_e = \frac{1}{9b_e} \left(k + x_e - 2c_e + \frac{c_d}{1-t_e} \right)^2 + \frac{1-t_d}{9b_d} \left(k + x_d + c_d - 2\frac{c_e}{1-t_d} \right)^2 - \frac{\gamma}{2}x_e^2 \quad (2.24)$$

Las funciones de beneficios (2.23) y (2.24) que resultan de las cantidades y precios de equilibrio de esta tercera etapa son aditivamente separables entre el ingreso que obtiene la empresa i por la venta de su producto en el mercado i y el que logra por la venta en el mercado del país j , con lo cual se observa, efectivamente, lo ya comentado: no existe un efecto *spillover* en el mercado del país j proveniente de la inversión en investigación y desarrollo realizada por la empresa del país i , de modo que esta última sólo estará interesada en lo que ocurre en su mercado al momento de elegir el x_i que maximiza sus beneficios.

2.4.2. Segunda etapa: nivel de inversión en I&D

Partiendo de las soluciones de la tercera etapa, y haciendo hincapié en la propiedad aditivamente separable de las funciones de beneficios (2.23) y (2.24), en esta etapa resolvemos

para los niveles de inversión en I&D óptimos tomando como dadas las tasas arancelarias impuestas por los gobiernos.

→ Empresa i resuelve:

$$\underset{x_i}{Max} \quad \pi_i = \frac{1}{9b_i} \left(k + x_i - 2c_i + \frac{c_j}{1-t_i} \right)^2 - \frac{\gamma}{2} x_i^2$$

El nivel de I&D que cumple con la condición de primer orden para el problema de maximización de cada una de las empresas, es el siguiente:

$$x_d^* = \frac{k - 2c_d + \frac{c_e}{1-t_d}}{4.5\gamma b_d - 1} \quad (2.25)$$

$$x_e^* = \frac{k - 2c_e + \frac{c_d}{1-t_e}}{4.5\gamma b_e - 1} \quad (2.26)$$

donde los parámetros γ y b_i , además de ser positivos, suponemos que cumplen con la condición de que $\gamma b_i > 2/9$. Bajo este supuesto y el de $k > \delta_i$ siempre resultará rentable para la empresa i realizar una inversión en I&D positiva.

Como puede observarse, el nivel de inversión en I&D que resulta óptimo para cada empresa depende negativamente de su costo marginal de producción y positivamente del costo marginal de la empresa rival, ya que, como se dedujo en la tercera etapa, en la medida en que el costo de producción de la empresa i sea menor, podrá vender una mayor cantidad de producto al interior de su propio mercado, lo que la incentiva a ampliar el tamaño de éste. c_j ejerce el efecto contrario sobre x_i .

Si ahora hacemos un análisis de estática comparativa para identificar el efecto que tiene el arancel ad-valorem impuesto por el gobierno del país i sobre la decisión óptima de I&D de la empresa i , tenemos que:

$$\frac{\partial x_d^*}{\partial t_d} = \frac{c_e}{(4.5\gamma b_d - 1)(1 - t_d)^2} > 0 \quad (2.27)$$

$$\frac{\partial x_e^*}{\partial t_e} = \frac{c_d}{(4.5\gamma b_e - 1)(1 - t_e)^2} > 0 \quad (2.28)$$

Las cuales son estrictamente positivas siempre que $\gamma b_i > 2/9$. Por lo tanto, una tasa arancelaria positiva impuesta por el país i incentiva a su empresa representativa a invertir más en ID en el caso en el que dicha inversión no tenga externalidades en el otro mercado. La

explicación económica de este resultado es que el arancel impuesto por el gobierno del país i restringe la cantidad producida por la empresa j y vendida en el mercado i , permitiendo a la empresa local apoderarse de una proporción mayor de su mercado. Este efecto que no resultaba sencillo visualizar en el modelo en su versión general, se clarifica ahora con una forma funcional específica de la demanda inversa; sin embargo, en este caso en que no existe interacción entre las empresas al momento de elegir su inversión óptima, el arancel impuesto por el país i no ejerce efecto de ningún tipo en la inversión en I&D de la empresa j . Entonces, las decisiones de I&D tanto de la empresa china como de la estadounidense son independientes del arancel con que el país rival grave sus productos.

Sea $z_i = 4.5\gamma b_i - 1$, sustituyendo las x 's de equilibrio de las ecuaciones (2.25) y (2.26) en las funciones de beneficios dadas por (2.23) y (2.24), se llega a los beneficios máximos que obtendrán las empresas en la segunda etapa, cuando las tasas arancelarias se consideran fijas:

$$\begin{aligned} \pi_d = & \frac{1}{9b_d} \left[\left(1 + \frac{1}{z_d}\right)k - 2\left(1 + \frac{1}{z_d}\right)c_d + \left(1 + \frac{1}{z_d}\right)\frac{c_e}{1-t_d} \right]^2 \\ & + \frac{1-t_e}{9b_e} \left[\left(1 + \frac{1}{z_d}\right)k + \left(1 - \frac{2}{z_d}\right)c_e + \left(\frac{1}{z_d} - 2\right)\frac{c_d}{1-t_e} \right]^2 \\ & - \frac{\gamma}{2z_d^2} \left(k - 2c_d + \frac{c_e}{1-t_d} \right)^2 \quad (2.29) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_e = & \frac{1}{9b_e} \left[\left(1 + \frac{1}{z_e}\right)k - 2\left(1 + \frac{1}{z_e}\right)c_e + \left(1 + \frac{1}{z_e}\right)\frac{c_d}{1-t_e} \right]^2 \\ & + \frac{1-t_d}{9b_d} \left[\left(1 + \frac{1}{z_e}\right)k + \left(1 - \frac{2}{z_e}\right)c_d + \left(\frac{1}{z_e} - 2\right)\frac{c_e}{1-t_d} \right]^2 \\ & - \frac{\gamma}{2z_e^2} \left(k - 2c_e + \frac{c_d}{1-t_e} \right)^2 \quad (2.30) \end{aligned}$$

donde el primer término del lado derecho de la igualdad es el ingreso que obtiene la empresa i por la venta de su producto al interior de su propio país cuando su inversión en I&D es óptima, mientras que el segundo término es el ingreso de la empresa i en el mercado j cuando la inversión de la empresa j es óptima⁴. El último término no es más que el costo de x_i^* .

⁴Recordar que a pesar de que la I&D de la empresa i sólo afecta el tamaño de su propio mercado, esta empresa se beneficia de la inversión en I&D que realiza la empresa j , ya que dicha I&D amplía el tamaño del mercado j , en el cual también vende producto la empresa i .

2.4.3. Primera etapa: arancel óptimo

En esta etapa daremos solución al arancel ad-valorem que establecerá cada uno de los gobiernos para maximizar su función objetivo, la cual se compone del excedente del consumidor y del excedente del productor, donde este último está dado por la función de beneficios de su empresa representativa. Al igual que en la segunda etapa, dado que no hay interacción entre los gobiernos al momento de determinar la tasa arancelaria que les resulta óptima, nos valdremos de la propiedad aditivamente separable de las ecuaciones (2.29) y (2.30), y omitiremos el segundo término que no depende de t_i . El excedente del consumidor, definido previamente como la diferencia entre la integral de la función de demanda inversa y lo que paga el consumidor por los bienes locales y extranjeros consumidos, estará dado por:

$$EC_i = \int_0^{Y_i^*} (k + x_i - b_i u) du - (k + x_i - b_i Y_i^*) Y_i^* = (k + x_i) Y_i^* - \frac{1}{2} b_i Y_i^{*2} - (k + x_i - b_i Y_i^*) Y_i^*$$

$$EC_i = \frac{1}{2} b_i Y_i^{*2} = \frac{1}{2} b_i (y_{ii}^* + y_{ji}^*)^2 \quad (2.31)$$

donde:

$$y_{ii}^* = \frac{1}{3b_i} \left[\left(1 + \frac{1}{z_i}\right)k - \left(2 + \frac{2}{z_i}\right)c_i + \left(1 + \frac{1}{z_i}\right)\frac{c_j}{1-t_i} \right]$$

$$y_{ji}^* = \frac{1}{3b_i} \left[\left(1 + \frac{1}{z_i}\right)k + \left(1 - \frac{2}{z_i}\right)c_i - \left(2 - \frac{1}{z_i}\right)\frac{c_j}{1-t_i} \right]$$

$$\Rightarrow Y_i^* = \frac{1}{3b_i} \left[\left(2 + \frac{2}{z_i}\right)k - \left(1 + \frac{4}{z_i}\right)c_i + \left(\frac{2}{z_i} - 1\right)\frac{c_j}{1-t_i} \right]$$

Por la ecuación (2.31) sabemos que, efectivamente, cuando el gobierno del país i decida sobre el arancel óptimo, deberá tener en cuenta no sólo la producción de su empresa representativa, sino también lo que produce la empresa del país j y que es comprado por el consumidor representativo del país i . Es decir, querrá también proteger el bien importado.

Teniendo en cuenta que estamos partiendo de los niveles de producción y de investigación y desarrollo de equilibrio que surgieron de la segunda etapa, podemos tomar la forma genérica de la función objetivo de los gobiernos dada en la sección 2.3.3 y plantear el problema de maximización del país doméstico como:

$$\underset{t_d}{Max} \quad W_d = \alpha EC_d + (1 - \alpha)\pi_d \quad (2.32)$$

De la condición de primer orden, obtenemos:

$$\frac{\partial W_d}{\partial t_d} = \alpha \frac{\partial EC_d}{\partial t_d} + (1 - \alpha) \frac{\partial \pi_d}{\partial t_d} = 0 \quad (2.33)$$

donde:

$$\frac{\partial EC_d}{\partial t_d} = b_d Y_d \left[\frac{1}{3b_d} \left(\frac{2}{z_d} - 1 \right) \frac{c_e}{(1-t_d)^2} \right] \quad (2.34)$$

$$\frac{\partial \pi_d}{\partial t_d} = 2b_d y_{dd} \left[\frac{1}{3b_d} \left(1 + \frac{1}{z_d} \right) \frac{c_e}{(1-t_d)^2} \right] - \gamma x_d \left[\frac{1}{z_d} \frac{c_e}{(1-t_d)^2} \right] > 0 \quad \forall \quad k > \delta_d \quad (2.35)$$

Al igual que en la primera etapa del juego en su versión general, de la ecuación (2.33) deducimos que, bajo una forma funcional concreta de la demanda inversa y aún en ausencia de interacción, se cumple la Proposición 2. Asimismo, verificamos la Proposición 3, pues dado que el efecto del arancel en el beneficio de la empresa doméstica será siempre positivo por el supuesto establecido con anterioridad de que $k > \delta_i$, se deberá cumplir que $\frac{\partial EC_i}{\partial t_i} < 0$, para lo cual se requiere adicionalmente que $\gamma b_i > 2/3^5$.

A su vez, la ecuación (2.33) nos permite concluir que, en el óptimo, el arancel de cada país deberá ser tal que se cumplan las mismas condiciones obtenidas bajo el modelo en su forma general: (2.12) y (2.13); es decir, que la relación de los pesos asignados tanto por China como por Estados Unidos a cada uno de los componentes de su función objetivo iguale la relación de las derivadas de cada componente con respecto al arancel que impongan.

Por lo tanto, al igual que en la versión general del modelo, bajo el supuesto de que $\alpha > \beta$, en el óptimo se deberá cumplir que:

$$\frac{\pi'_d(t_d)}{|EC'_d(t_d)|} > \frac{\pi'_e(t_e)}{|EC'_e(t_e)|}$$

Ahora bien, sustituyendo los valores de EC_i y π_i en la ecuación (2.32), solucionaremos para el arancel ad-valorem óptimo en cada país.

⁵Nótese que este supuesto es más restrictivo que el establecido en la segunda etapa para los mismos parámetros.

→ Gobierno doméstico resuelve:

$$\begin{aligned}
Max_{t_d} \quad W_d = & \alpha \left[\frac{1}{18b_d} \left\{ 2\left(1 + \frac{1}{z_d}\right)k - \left(1 + \frac{4}{z_d}\right)c_d + \left(\frac{2}{z_d} - 1\right)\frac{c_e}{1-t_d} \right\}^2 \right. \\
& + (1 - \alpha) \left[\frac{1}{9b_d} \left\{ \left(1 + \frac{1}{z_d}\right)k - 2\left(1 + \frac{1}{z_d}\right)c_d + \left(1 + \frac{1}{z_d}\right)\frac{c_e}{1-t_d} \right\}^2 \right. \\
& \left. \left. - \frac{\gamma}{2z_d^2} \left(k - 2c_d + \frac{c_e}{1-t_d}\right)^2 \right] \right]
\end{aligned}$$

De la condición de primer orden, obtenemos:

$$\begin{aligned}
\frac{\alpha}{9b_d} \left[\left\{ 2\left(1 + \frac{1}{z_d}\right)k - \left(1 + \frac{4}{z_d}\right)c_d + \left(\frac{2}{z_d} - 1\right)\frac{c_e}{1-t_d} \right\} \left(\frac{2}{z_d} - 1\right) \left(\frac{c_e}{(1-t_d)^2}\right) \right. \\
+ (1 - \alpha) \left[\frac{2}{9b_d} \left\{ \left(1 + \frac{1}{z_d}\right)k - 2\left(1 + \frac{1}{z_d}\right)c_d + \left(1 + \frac{1}{z_d}\right)\frac{c_e}{1-t_d} \right\} \left(1 + \frac{1}{z_d} \left(\frac{c_e}{(1-t_d)^2}\right)\right) \right. \\
\left. \left. - \frac{\gamma}{z_d^2} \left(k - 2c_d + \frac{c_e}{1-t_d}\right) \left(\frac{c_e}{(1-t_d)^2}\right) \right] \right] = 0
\end{aligned}$$

Resolviendo para t_d obtenemos la siguiente expresión para el arancel ad-valorem óptimo del gobierno doméstico:

$$t_d^* = 1 - \frac{c_e \left[\frac{\alpha}{9b_d} \left(\frac{2}{z_d} - 1\right)^2 + \frac{(1-\alpha)}{9b_d} \left(1 + \frac{1}{z_d}\right)^2 - \frac{\gamma(1-\alpha)}{z_d^2} \right]}{\frac{\alpha}{9b_d} \left(\frac{2}{z_d} - 1\right) \left[\left(2 + \frac{2}{z_d}\right)k - \left(1 + \frac{4}{z_d}\right)c_d \right] + (1 - \alpha) \left[\frac{2}{9b_d} \left(1 + \frac{1}{z_d}\right)^2 - \frac{\gamma}{z_d^2} \right] (k - 2c_d)} \quad (2.36)$$

→ Gobierno extranjero resuelve:

$$\begin{aligned}
Max_{t_e} \quad W_e = & \beta \left[\frac{1}{18b_e} \left\{ 2\left(1 + \frac{1}{z_e}\right)k - \left(1 + \frac{4}{z_e}\right)c_e + \left(\frac{2}{z_e} - 1\right)\frac{c_d}{1-t_e} \right\}^2 \right. \\
& + (1 - \beta) \left[\frac{1}{9b_e} \left\{ \left(1 + \frac{1}{z_e}\right)k - 2\left(1 + \frac{1}{z_e}\right)c_e + \left(1 + \frac{1}{z_e}\right)\frac{c_d}{1-t_e} \right\}^2 \right. \\
& \left. \left. - \frac{\gamma}{2z_e^2} \left(k - 2c_e + \frac{c_d}{1-t_e}\right)^2 \right] \right]
\end{aligned}$$

De la condición de primer orden, obtenemos:

$$\begin{aligned}
\frac{\beta}{9b_e} \left[\left\{ 2\left(1 + \frac{1}{z_e}\right)k - \left(1 + \frac{4}{z_e}\right)c_e + \left(\frac{2}{z_e} - 1\right)\frac{c_d}{1-t_e} \right\} \left(\frac{2}{z_e} - 1\right) \left(\frac{c_d}{(1-t_e)^2}\right) \right. \\
+ (1 - \beta) \left[\frac{2}{9b_e} \left\{ \left(1 + \frac{1}{z_e}\right)k - 2\left(1 + \frac{1}{z_e}\right)c_e + \left(1 + \frac{1}{z_e}\right)\frac{c_d}{1-t_e} \right\} \left(1 + \frac{1}{z_e} \left(\frac{c_d}{(1-t_e)^2}\right)\right) \right. \\
\left. \left. - \frac{\gamma}{z_e^2} \left(k - 2c_e + \frac{c_d}{1-t_e}\right) \left(\frac{c_d}{(1-t_e)^2}\right) \right] \right] = 0
\end{aligned}$$

Resolviendo para t_e tenemos lo siguiente:

$$t_e^* = 1 - \frac{c_d \left[\frac{\beta}{9b_e} \left(\frac{2}{z_e} - 1 \right)^2 + \frac{2(1-\beta)}{9b_e} \left(1 + \frac{1}{z_e} \right)^2 - \frac{\gamma(1-\beta)}{z_e^2} \right]}{\frac{\beta}{9b_e} \left(\frac{2}{z_e} - 1 \right) \left[\left(2 + \frac{2}{z_e} \right) k - \left(1 + \frac{4}{z_e} \right) c_e \right] + (1-\beta) \left[\frac{2}{9b_e} \left(1 + \frac{1}{z_e} \right)^2 - \frac{\gamma}{z_e^2} \right] (k - 2c_e)} \quad (2.37)$$

Haciendo un análisis de estática comparativa de las ecuaciones (2.36) y (2.37) podemos concluir los siguientes resultados.

El arancel ad-valorem óptimo del país i depende negativamente del costo marginal de producción de la empresa j . La explicación económica subyacente a este efecto es que, debido a los resultados de la competencia a la Cournot de la tercera etapa, el costo marginal de la empresa j , al descincentivar su producción, está cumpliendo la misma función que la tasa arancelaria impuesta por i . Si la empresa del país j resulta muy ineficiente en comparación con la empresa del país i , tal que $\frac{c_j}{1-t_i^*} > c_i$, al gobierno de este último le resultará óptimo elegir un arancel más bajo.

El arancel ad-valorem óptimo del país i dependerá negativamente del costo marginal de producción de su propia empresa, siempre que $\gamma b_i > 2/3$ y el peso asignado al excedente del consumidor sea menor a 0.8. Este resultado podemos comprobarlo tomando la primera derivada de la ecuación (2.36) con respecto a c_d ⁶.

$$\frac{\partial t_d^*}{\partial c_d} = - \frac{c_e \left[(9\alpha - 18)b_d^2\gamma^2 + (8\alpha - 4)b_d\gamma - 4\alpha \right] \left[45\alpha - 36 \right] b_d^2\gamma^2 + (8 - 8\alpha)b_d\gamma - 4\alpha}{\left(\left[(45\alpha - 36)b_d^2\gamma^2 + (8 - 8\alpha)b_d\gamma - 4\alpha \right] c_d + \left[(18 - 36\alpha)b_d^2\gamma^2 + (16\alpha - 4)b_d\gamma \right] k \right)^2}$$

Se sabe que el denominador de esta expresión será siempre positivo, por lo que para averiguar el efecto del costo marginal de producción de la empresa doméstica en el arancel impuesto por su gobierno habrá que analizar el signo del numerador. Como nos mantendremos en el caso en que $\gamma b_d > 2/3$, haciendo la derivación algebraica correspondiente encontramos que el primer término en corchetes del numerador será negativo para cualquier valor de α . El segundo término, por su parte, será negativo siempre que $\gamma b_d > 2/3$ y $\alpha < 0.8$, es decir, siempre que el peso otorgado a los beneficios de la empresa representativa sea mayor a 0.2.

⁶Sin pérdida de generalidad, los ejercicios de estática comparativa que desarrollamos a partir de aquí los haremos para el arancel doméstico, recordando que cambiando los subíndices y el peso otorgado a los componentes de la función objetivo obtenemos el resultado análogo para el arancel extranjero.

Para el caso de China en que la empresa representativa es propiedad del gobierno, no resulta trivial que los beneficios de dicha empresa tengan un peso mayor al 20 % en la función objetivo de su gobierno. De hecho, Branstetter y Feenstra (2002) estiman un coeficiente $\beta = 0.13^7$ mediante Mínimos Cuadrados en 2 Etapas para una muestra de 29 provincias chinas usando el periodo de 1984 a 1995. Por tanto, acorde con la literatura, el peso otorgado al excedente del productor por parte del gobierno chino efectivamente es demasiado alto cuando la empresa es de su propiedad. Para el caso de Estados Unidos no contamos con una referencia precisa, sin embargo, puesto que la imposición de un arancel ad-valorem, en nuestro modelo, tiene por objeto proteger a la empresa propia de la competencia extranjera parece bastante plausible que las empresas tengan un peso mayor al 20 % en las decisiones de política arancelaria de su gobierno.

Por lo tanto, asumiremos que siempre se cumplirá que $\alpha < 0.8$. Así, el segundo término, al igual que el primero, será negativo y, al ser $c_e > 0$, el efecto que tiene el costo marginal de producción de la empresa doméstico en el arancel óptimo es negativo; es decir, a mayor costo marginal, menor será el arancel ad-valorem impuesto por el gobierno ($\frac{\partial t_d^*}{\partial c_d} < 0$). Esto puede explicarse mediante el siguiente argumento: a medida que incrementa el costo marginal de producción de la empresa i , ésta se vuelve más ineficiente en relación con la empresa j , por lo que al tener un precio fijado por la competencia a la Cournot, la empresa i reducirá la cantidad de equilibrio producida. Esto generaría una pérdida en el excedente del consumidor del país i si su gobierno cargara una tasa arancelaria que restringiera tanto las importaciones como para no permitir que éstas compensen la pérdida de producción de la empresa i . Por ello, si el costo marginal de la empresa i aumenta, para satisfacer completamente el consumo local, el gobierno querrá disminuir la tasa arancelaria impuesta a los bienes producidos por j .

Ahora bien, para saber cómo responde el arancel ad-valorem óptimo ante cambios en el peso que asigna el gobierno al excedente del consumidor, derivemos la ecuación (2.36) con respecto a α . Una vez simplificando obtenemos lo siguiente:

$$\frac{\partial t_d^*}{\partial \alpha} = - \frac{2b_d\gamma \left[243b_d^3\gamma^3 - 270b_d^2\gamma^2 + 84b_d\gamma - 8 \right] (k - c_d)c_e}{\left(\left[36b_d^2\gamma^2 - 16b_d\gamma \right] k - 45b_d^2\gamma^2 c_d + 8b_d\gamma c_d + 4c_d \right) \alpha + (4b_d\gamma - 18b_d^2\gamma^2) k + 36b_d^2\gamma^2 c_d - 8b_d\gamma c_d}^2$$

Analizando el numerador, tenemos que siempre que se siga cumpliendo el supuesto de que $\gamma b_d > 2/3$, adicional a la condición de que k sea mayor que c_d , el peso que asigna

⁷El coeficiente real estimado por estos autores es $\beta = 0.24$; sin embargo, dado que los pesos asignados a cada componente en el modelo de estos autores no suman 1, se ha normalizado el resultado.

el gobierno al excedente del consumidor ejercerá un efecto negativo en el arancel óptimo impuesto, pues a medida que más valor tenga el consumidor representativo para el gobierno del país doméstico, más deseará proteger los bienes importados, por lo que menor será el arancel impuesto a éstos. De lo anterior también podemos deducir que si ambas empresas fueran simétricas, siempre que $\gamma b > 2/3$, $k > c$ y $\alpha > \beta$, el arancel ad-valorem óptimo que imponga el país doméstico a la empresa extranjera será menor que el arancel impuesto por el gobierno extranjero a la empresa doméstica. Esto es:

$$t_d^* < t_e^*$$

Con base en el resultado anterior podemos decir que si la empresa estadounidense y la empresa china son idénticas, de modo que enfrentan los mismos costos marginales y la misma demanda, y realizan la misma inversión en I&D, la tasa arancelaria impuesta por Estados Unidos será mayor que la impuesta por China cuando la decisión de política arancelaria de ambos gobiernos es independiente la una de la otra .

Es importante resaltar que los resultados obtenidos bajo esta versión del modelo no se podrían generalizar al caso de la sección 2.3 en la que sí existe interacción entre los jugadores tanto en la segunda como en la primera etapa. Por tanto, bajo esta forma concreta de demanda inversa no nos es posible dar solución al arancel ad-valorem que resulta óptimo para los gobiernos cuando éstos se ven inmersos en una guerra comercial; no obstante, nos permite analizar la política arancelaria de dichos gobiernos cuando no tienen en cuenta la acción a realizar por el gobierno adversario.

Una posible manera de modelar el fenómeno de interés sería mantener la forma lineal de la demanda inversa, pero incorporando un elemento que nos permita la interacción de las empresas al momento de decidir sus niveles de inversión en I&D, tal como la siguiente;

$$p_i = k + x_i + \beta x_j - b_i Y_i$$

donde $0 < \beta < 1$ representa el efecto *spillover* que tiene la I&D de la empresa j en el mercado i . Este tipo de modelo puede ser abordado en futura investigación.

Conclusiones

Varias disputas comerciales han surgido en los últimos años entre las dos economías más grandes del mundo, China y Estados Unidos. Cada uno de los países ha respondido con represalias a las medidas proteccionistas impuestas por su adversario comercial. Ante eso, el trabajo aquí desarrollado nos ha permitido caracterizar, mediante un juego simultáneo de tres etapas, la política arancelaria estratégica que seguirían estos dos países inmersos en la guerra comercial cuando buscan, a través de un arancel ad-valorem, proteger la inversión en investigación y desarrollo (la cual permite ampliar el tamaño del mercado) realizada por su empresa representativa de la competencia extranjera, al mismo tiempo que tienen en cuenta la pérdida que se genera en el excedente del consumidor por el encarecimiento de las importaciones.

Bajo el modelo general, en el que existe interacción estratégica entre las empresas al momento de decidir su nivel de producción (tercera etapa) y su nivel de inversión en I&D (segunda etapa), y entre los gobiernos al momento de elegir el arancel ad-valorem que maximiza su función objetivo (primera etapa), hemos encontrado que siempre que el arancel afecte positivamente el nivel de inversión en I&D de su propia empresa, dicho arancel, en el óptimo, ejercerá un efecto positivo en el excedente del productor que deberá compensarse con el efecto negativo que tiene en el excedente del consumidor. Con respecto al efecto que tiene dicho arancel en el nivel de inversión en I&D, cuando éste tiene un efecto directo en el mercado propio y un efecto *spillover* en el mercado del país adversario, no hemos podido concluir, de manera formal, su dirección. Sin embargo, esperaríamos que fuera positivo dado que, de acuerdo con el equilibrio de Cournot en la tercera etapa, el arancel disminuye la cantidad vendida por la empresa adversaria en el país propio y permite así a la empresa local abarcar una mayor proporción de su mercado, aumentando los incentivos para querer ampliarlo.

Cuando asumimos una función de demanda lineal, con la cual prescindimos del efecto *spillover* que tenía la inversión en I&D en el mercado del otro país y que nos permitía la interacción de las empresas a través de la ampliación de los mercados y la interacción entre

los gobiernos a través del efecto que ejercían las tasas arancelarias en los niveles de I&D de ambas empresas, mostramos que, cuando dejamos de tener esa interacción en la primera y segunda etapa, el arancel ad-valorem impuesto a las importaciones efectivamente incentiva la I&D de la empresa representativa al protegerla de la competencia extranjera. A su vez, hemos encontrado que el arancel óptimo depende negativamente tanto del costo marginal de la empresa rival como de la empresa propia. Esto último, que parecería menos intuitivo, se debe a que si la empresa propia se vuelve más ineficiente con respecto a la rival, entonces una mejor opción para satisfacer el consumo propio es permitir la entrada de los bienes producidos por la otra empresa. Un último resultado de este modelo es que si ambas empresas fueran simétricas, bajo el supuesto de que Estados Unidos otorga un peso mayor que China al excedente del consumidor, el arancel impuesto por el primero será menor que el impuesto por el segundo.

A pesar de que asumir una forma funcional específica de la demanda inversa nos permite obtener una fórmula concreta para el arancel ad-valorem óptimo cuando no hay interacción entre países en la primera etapa ni interacción entre las empresas en la segunda etapa, no podemos determinar el tamaño real de dicho arancel, pues para ello se requerirían los valores de los parámetros involucrados en las funciones utilizadas y los costos marginales de producción de las empresas. Por lo que una posible futura investigación consistiría en hacer simulaciones al modelo.

Otra fuente de investigación futura sería adoptar una forma funcional de la demanda que nos permita la interacción en la primera y segunda etapa, de manera que nos acerquemos más a la versión general y, por tanto, a la situación de guerra comercial entre China y Estados Unidos.

Referencias

- Amir, Rabah, and Wooders, John. 1998. "Cooperation vs. competition in R&D: The role of stability of equilibrium." *Journal of Economics* 67(1): 63–73. <https://doi.org/10.1007/BF01227763>.
- Blanchard, Emily, J., Bown, Chad, P., and Johnson, Robert, C. 2016. "Global supply chains and trade policy". *National Bureau of Economic Research*, Working Paper No. 21883.
- Brander, James and Spencer, Barbara. 1984. "Trade warfare: Tariffs and cartels". *Journal of International Economics* 16(3–4): 227–242. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(84\)80002-1](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(84)80002-1).
- Branstetter, Lee, G., and Feenstra, Robert, C. 2002. "Trade and foreign direct investment in China: A political economy approach". *Journal of International Economics* 58(2): 335–358. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(01\)00172-6](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(01)00172-6).
- Broda, Christian, Limão, Nuno, and Weinstein, David, E. 2008. "Optimal Tariffs and Market Power: The Evidence". *The American Economic Review* 98(5): 2032–2065. <https://doi.org/10.1257/aer.98.5.2032>.
- Chattopadhyay, Subir, and Mitka, Malgorzata, M. 2019. "Nash equilibrium in tariffs in a multi-country trade model". *Journal of Mathematical Economics* 84: 225–242. <https://doi.org/10.1016/j.jmateco.2019.07.011>.
- D'Aspremont, Claude, and Jacquemin, Alexis. 1988. "Cooperative and noncooperative R D in duopoly with spillovers". *The American Economic Review* 78(5): 1133–1137. <https://doi.org/10.2307/1807173>.
- Felbermayr, Gabriel, Jung, Benjamin, and Larch, Mario. 2013. "Optimal tariffs, retaliation, and the welfare loss from tariff wars in the Melitz model". *Journal of International Economics* 89(1): 13–25. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2012.06.001>.

- Willmann, Gerald, 2003. “Why Legislators are Protectionists: The Role of Majoritarian Voting in Setting Tariffs”. Economics Working Papers 2003-10, Christian-Albrechts-University of Kiel, Department of Economics.
- Grossman, Gene, M., and Helpman, Elhanan. 1994. “Technology and trade”. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper No. 4926.
- Grossman, Gene, M., and Helpman, Elhanan. 2005. “A protectionist bias in majoritarian politics”. *Quarterly Journal of Economics* 120 (4): 1239–1282. <https://doi.org/10.1162/003355305775097498>.
- Grossman, Gene, M., and Lai, Edwin. 2004. “International Protection of Intellectual Property.” *The American Economic Review* 94 (5): 1635-1653.
- Kamien, Morton, I., Muller, Eitan, and Zang, Israel. 1992. “Research Joint Ventures and R&D Cartels.” *The American Economic Review* 82(5): 1293–1306. <https://doi.org/10.2307/2117479>.
- Markusen, James, R., and Wigle, Randall, M. 1989. “Nash Equilibrium Tariffs for the United States and Canada: The Roles of Country Size, Scale Economies, and Capital Mobility”. *Journal of Political Economy* 97(2): 368–386. <https://doi.org/10.1086/261607>.
- Mayer, Wolfgang. 1984. “Endogenous Tariff Formation”. *American Economic Review* 74(5): 970–985.
- Motta, Massimo. 1996. “Research joint ventures in an international economy.” *Ricerche Economiche* 50(3): 293–315. <https://doi.org/10.1006/reco.1996.0019>.
- Spencer, Barbara and Brander, James. 1983. “International R&D Rivalry and Industrial Strategy.” *The Review of Economic Studies* 50(4). <https://doi.org/10.3386/w1192>.
- Wong, Dorcasand and Chipman, Koty, Alexander. 2020. “The US-China Trade War: A Timeline.” *China Briefing*. <https://www.china-briefing.com/news/the-us-china-trade-war-a-timeline/>.