



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**EL JUEGO DE GALASSO
APLICADO A LAS LICENCIAS
CRUZADAS DE PATENTES**

Francisco Moreno Jurado

Director: Dr. Antonio García y de Garmendia

El Juego de Galasso aplicado a las licencias cruzadas de patentes

Autor: Moreno Jurado, Francisco

Director: Dr. García y de Garmendia, Antonio

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

Resumen Ejecutivo del Proyecto

El presente trabajo consiste en la aplicación del modelo propuesto por Alberto Galasso en 2007 al sector de los neumáticos, analizando las situaciones de bloqueo de conocimiento existentes en dicho sector y evaluando cómo se podrían resolver estas mediante el uso de las licencias cruzadas de patentes. Este trabajo surge de la necesidad de desbloquear la situación actual de marañas de patentes, que frenan la actividad inventiva y el desarrollo natural del conocimiento.

Este problema es de especial relevancia actualmente, ya que, como se expondrá a lo largo del trabajo, estas situaciones de bloqueo de la actividad inventiva se incrementan según se desarrolla el conocimiento, ya que las invenciones complejas requieren de una gran cantidad de propiedad intelectual protegida. Para resolver este problema se expondrá la solución que las licencias cruzadas suponen y cómo estas permiten a las empresas acceder a conocimiento previamente protegido. Asimismo, se expondrán qué beneficios y desventajas acarrear.

Para una mejor comprensión de la situación existente en cuanto a los bloqueos de conocimiento se ha incluido en este trabajo una revisión en profundidad de la literatura existente al respecto, analizando más detenidamente tres artículos en concreto. Mediante este estudio se busca modelar las interacciones entre las empresas con el fin de hacer más eficiente los intercambios de conocimiento entre las mismas, favoreciendo así el desarrollo tecnológico.

Para elaborar este análisis se ha hecho uso de la Teoría de Juegos, ya que esta resulta de especialmente útil en el análisis de situaciones de interdependencia entre jugadores, es decir, aquellas situaciones en las que los comportamientos de un jugador

afectan a los resultados obtenidos de otro jugador. Este análisis incorpora también un aprendizaje dinámico, utilizado para reflejar cómo evoluciona la perspectiva que tienen las empresas acerca de la probabilidad de verse vencedoras de un caso de disputa legal, ejemplificando las situaciones en las que estas se pueden volver tediosas y alargarse hasta la ineficiencia. Asimismo, se ha elaborado un análisis económico de los resultados con el fin de estudiar cómo afectan estas interacciones a la economía de las empresas.

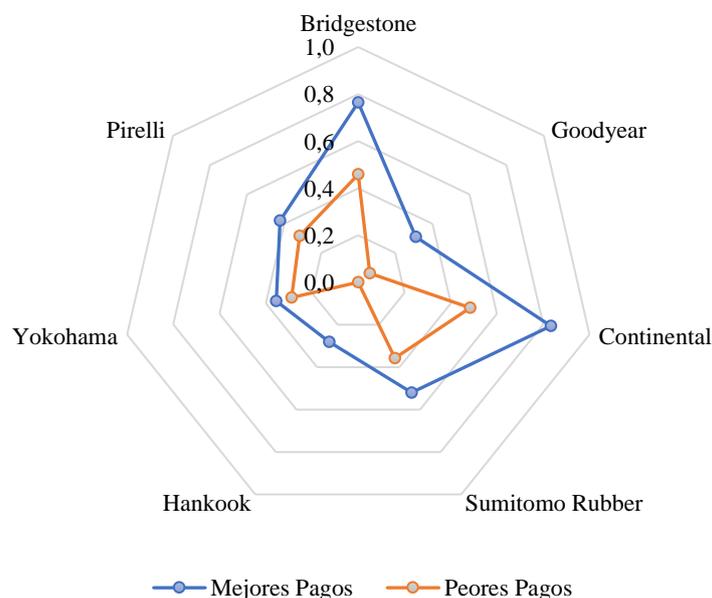
Se ha elaborado un estudio de las interacciones uno a uno entre las ocho empresas principales del sector de los neumáticos, dando como resultado un total de 28 interacciones. En estas interacciones se plantean dos posibilidades de actuación para las empresas: acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas con su competidora o, por otra parte, infringir las leyes de propiedad intelectual y hacer uso del conocimiento protegido de manera ilegal. En la siguiente tabla se puede observar un ejemplo de los resultados de las interacciones entre el fabricante de neumáticos Pirelli y las siete marcas restantes del estudio.

		Pirelli	
		E1'	E2'
Michelin	E1	(-4.987, -0.144)	(-0.585, 2.262)
	E2	(1.393, 1.967)	(0.759, 0.356)
Bridgestone	E1	(-3.739, -0.078)	(0.275, 2.328)
	E2	(2.215, 2.032)	(1.2, -0.087)
Goodyear	E1	(-1.814, -0.254)	(0.578, 2.151)
	E2	(1.136, 1.856)	(0.509, 0.074)
Continental	E1	(-1.398, -0.065)	(0.022, 2.34)
	E2	(0.443, 2.045)	(0.44, -0.164)
Sumitomo Rubber	E1	(-0.229, -0.123)	(0.601, 2.282)
	E2	(0.69, 1.987)	(-0.185, 0.186)
Hankook	E1	(-0.197, -0.281)	(0.186, 2.125)
	E2	(0.215, 1.829)	(-0.216, 0.161)
Yokohama	E1	(-0.198, -0.154)	(0.763, 2.252)
	E2	(0.865, 1.957)	(-0.179, 0.183)

Matrices de pagos de Pirelli contra las demás empresas del sector

A partir de los resultados de estas interacciones se ha observado aquellas situaciones en las que el equilibrio perfecto de Nash se encuentra en la situación en la cual las empresas adoptan un acuerdo de licencias cruzadas, siendo estos cuatro casos en concreto. De estos cuatro casos se ha analizado asimismo las interacciones de la alianza entre estas dos empresas que alcanzan el acuerdo y las otras seis empresas restantes del sector, dando lugar al estudio de 24 casos adicionales. Asimismo, se han estudiado tanto los beneficios que obtiene la sociedad de la formación de estos acuerdos como el aprendizaje dinámico que realizan las empresas a lo largo del juego según avanzan las iteraciones del mismo.

Tras la realización del estudio se han obtenido varias conclusiones, siendo la primera y más notoria cómo la estrategia que peor resultado supone para las empresas es aquella en la que las dos empresas deciden infringir las leyes de propiedad intelectual y utilizar conocimiento protegido de su competidora (se corresponde con la estrategia E1-E1' de la figura anterior). La conclusión más significativa y que dota de relevancia al estudio es la observada en la siguiente gráfica:



Diferencia entre mejores y peores pagos normalizados para la empresa Michelin

En esta gráfica se observa cómo la diferencia entre los mejores y peores pagos que una empresa puede obtener de la competición con su rival se ve minimizada en los casos en los que esta cuenta con un tamaño de portfolio de patentes similar al de su rival (como

es el caso de Michelin y Yokohama) y aumenta con según se incrementa esta diferencia. Asimismo, los mejores y peores pagos asociados a las competiciones son mejores cuando una empresa compite con otra con un tamaño de portfolio de patentes mayor que el propio (como es el caso de Michelin y Continental) y empeoran cuanto menor es el tamaño de portfolio de la empresa competidora (como se observa con Michelin y Hankook).

Acerca del aprendizaje dinámico, se ha observado cómo en los casos en los que ambas empresas se consideran con legitimidad sobre la propiedad intelectual sobre la que se compite, las negociaciones se extienden hasta alcanzar la ineficiencia. También se incorpora al estudio un análisis cuantitativo sobre los beneficios que la sociedad obtiene de las interacciones entre empresas.

Galasso's Game appliedo to Cross-License Agreements

Author: Moreno Jurado, Francisco

Director: Dr. García y de Garmendia, Antonio

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

Abstract

The present work consists of the application of the model proposed by Alberto Galasso in 2007 to the tire sector, analyzing the existing deadlock situations within the industry and assessing how could they be resolved through the use of cross-license agreements. This study arises as a possible solution to the problem brought up by patent thickets, which act as a holdup to inventive activity and the natural development of knowledge.

This problem is of special relevance nowadays, as these deadlock situations of inventive activity increase as knowledge develops, as complex inventions require a vast amount of protected intellectual property. To solve this issue the use of cross-license agreements as a possible solution will be reviewed, and how they allow firms to access previously protected information. Furthermore, some pf their main benefits and disadvantages will be presented.

To ensure a profound comprehension about the current situation regarding knowledge holdups, a review of the existing recent literature regarding the subject has been included, analyzing more in depth three articles. This project seeks to model the interactions between the participant firms, aiming to make knowledge exchanges between them more efficient, thus favoring technologic development.

Game Theory has been used to elaborate this analysis as it is particularly helpful when analyzing situations of interdependence, that is, those situations in which the behavior of one player affects the outcome of the game of another player. This analysis also incorporates dynamic learning, which has been used to reflect the perspective that each firm has about the likelihood of winning legal disputes over intellectual property, evidencing how there are cases in which these situations can become tedious and

inefficient. An economic analysis has also been presented in order to study how these interactions affect the firms' financials.

The study consists of the interactions between the eight main firms of the tire sector, resulting in a total of 28 interactions to analyze. In these interactions two possibilities are presented to each firm: either it proposes a cross-license agreement to its rival, or it opts to infringe intellectual property laws and uses the protected knowledge of its competitor. An example of the outcomes related to the interactions between tire producer Pirelli and the other seven firms considered in the project is presented on the following figure.

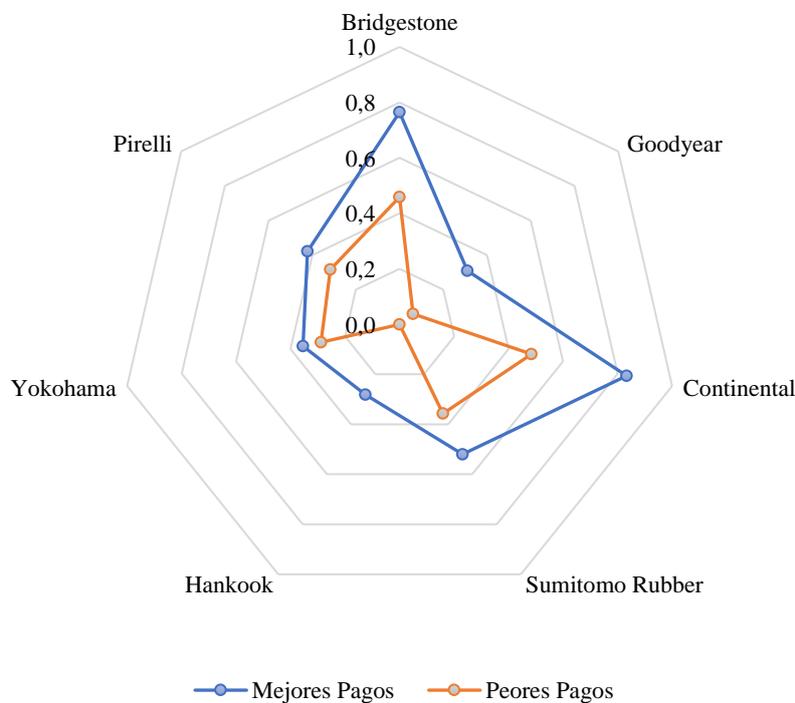
		Pirelli	
		E1'	E2'
Michelin	E1	(-4.987, -0.144)	(-0.585, 2.262)
	E2	(1.393, 1.967)	(0.759, 0.356)
Bridgestone	E1	(-3.739, -0.078)	(0.275, 2.328)
	E2	(2.215, 2.032)	(1.2, -0.087)
Goodyear	E1	(-1.814, -0.254)	(0.578, 2.151)
	E2	(1.136, 1.856)	(0.509, 0.074)
Continental	E1	(-1.398, -0.065)	(0.022, 2.34)
	E2	(0.443, 2.045)	(0.44, -0.164)
Sumitomo Rubber	E1	(-0.229, -0.123)	(0.601, 2.282)
	E2	(0.69, 1.987)	(-0.185, 0.186)
Hankook	E1	(-0.197, -0.281)	(0.186, 2.125)
	E2	(0.215, 1.829)	(-0.216, 0.161)
Yokohama	E1	(-0.198, -0.154)	(0.763, 2.252)
	E2	(0.865, 1.957)	(-0.179, 0.183)

Pirelli's payoff matrices against the other companies in the sector

From the results obtained, a more in depth analysis has been carried out in those situations in which Nash Perfect Equilibrium stands in the situation in which both firms decide to enter into a cross-license agreement. Four cases comply with this requirement, and an analysis has consisted of both firms acting as a joint company and competing against the remaining six firms of the sector, bringing the additional cases of study to a total of 24. Furthermore, both the benefits obtained by society from these agreements and

the dynamic learning that firms experience throughout the competition game have been studied.

After elaborating the analysis several conclusions have been obtained, being the first and most notorious one that the worst payoff in most situations is the one associated with the situation in which both firms decide to infringe the intellectual property laws and use the competitors protected knowledge illegally (this situation corresponds with the E1-E1' strategy in the figure above). The most significant conclusion is presented on the following graph:



Difference between the best and worst normalized payoffs for Michelin

This graph shows how the difference between the best and worst payoffs a firm can obtain from engaging in a competition with a rival firm is minimized in the situations in which the competitor firm has a similar patent portfolio size (that is the case of Michelin and Yokohama) and increases as this difference does. Furthermore, the best and worst payoffs associated to the competitions are better when a firm competes with a rival that has a larger patent portfolio size (for example, Michelin and Continental) and worsen

when the rival patent portfolio size is reduced (as observed in the game between Michelin and Hankook).

Regarding the dynamic learning, it has been noted how in cases in which both firms perceive themselves as the rightful winners of the game, negotiations become inefficient. Also, a quantitative analysis regarding the benefits society obtains from these agreements is incorporated to the project.

Índice del trabajo

CAPÍTULO I: Marco Introductorio	4
1.1. Introducción	4
1.2. Motivación	5
1.3. Objetivos Del Proyecto	6
1.4. Metodología De Trabajo	8
1.5. Recursos A Emplear.....	8
CAPÍTULO II: Revisión de la Literatura	10
2.1. Criterios De Patentabilidad.....	10
2.2. Licencias Cruzadas De Patentes	12
2.3. Teoría De Juegos Y Licencias Cruzadas De Patentes.....	15
2.4. Resumen Y Conclusiones	28
CAPÍTULO III: El Juego de Galasso	31
3.1. Bases Para El Planteamiento Del Modelo	31
3.2. Propuesta Y Desarrollo Del Modelo	33
3.3. Resumen Y Conclusiones	41
CAPÍTULO IV: El Caso del Neumático	43
4.1. Presentación Del Caso De Estudio	43
4.2. Aplicación Del Modelo	46
4.2.1. Naturaleza Del Juego	46
4.2.2. Resolución Del Juego.....	48
4.2.3. Análisis De Resultados Entre Empresas	51
4.2.4. Análisis Del Aprendizaje Dinámico.....	52
4.2.5. Análisis De Las Alianzas Entre Empresas	54
4.3. Resumen Y Conclusiones	55
CAPÍTULO V: Evaluación Económica Y Comentario De Los	
Resultados	57
5.1. Evaluación Económica.....	57
5.1.1. Pagos Obtenidos.....	57
5.1.2. Beneficios De La Sociedad.....	61
5.2. Comentario De Los Resultados	62

CAPÍTULO VI: Conclusiones y desarrollos futuros	63
6.1. Conclusiones Obtenidas.....	63
6.2. Desarrollos Futuros	67
CAPÍTULO VII: Bibliografía	69
ANEXO I: Código Del Modelo.....	72
ANEXO II: Dataset De Entrada Al Modelo	76
ANEXO III: Matrices Resultantes Del Estudio	77

CAPÍTULO I: Marco Introdutorio

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad vivimos en una sociedad en constante desarrollo en la cual la actividad inventiva evoluciona rápidamente, planteando nuevos desafíos en el manejo de la información ya existente¹. Cada vez más se requiere el uso de conocimientos protegidos bajo la ley de Propiedad Intelectual, los cuales fueron creados originalmente para incentivar la innovación protegiendo las creaciones de los distintos inventores, al ser de explotación privada, entorpecen el curso natural del desarrollo del saber humano y suponen una dificultad añadida al tedioso proceso de la actividad inventiva².

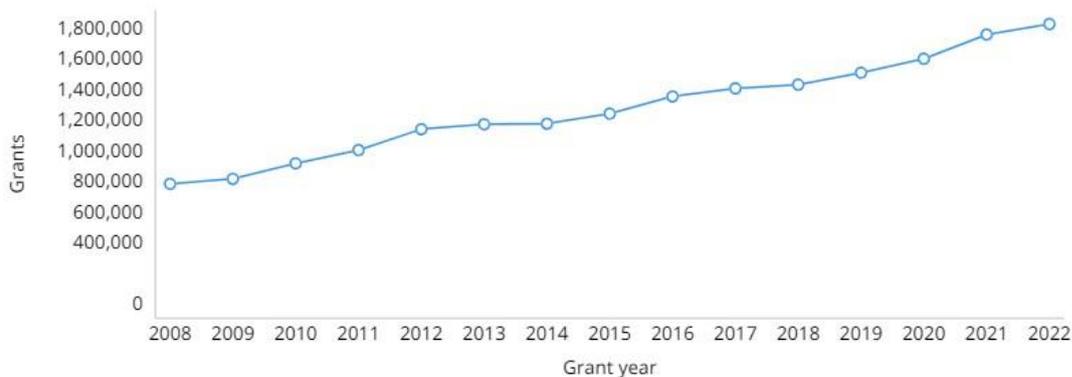


Figura 1.1 Número de patentes aceptadas al año en el mundo

[Fuente: WIPO, 2023]

En consecuencia, es evidente la necesidad de una solución para este problema, conocido como marañas de patentes, definidas como una densa red de derechos de propiedad intelectual superpuestos entre sí que una empresa debe superar para comercializar nueva tecnología³. A lo largo de este trabajo se presentará un modelo que pretende estudiar las situaciones y analizar los comportamientos de las distintas empresas cuando se encuentran inmersas en dichas marañas.

Ante esta problemática se planteará una posible solución tras el mencionado estudio del comportamiento de las empresas mediante la cual se busca evaluar la

¹ Bogers, Chesbrough & Moedas, 2018

² Bican, Guderian, & Ringbeck, 2017

³ Shapiro, 2001

posible respuesta que las mismas tendrían ante la posibilidad de acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas de patentes mediante el cual se intercambiase conocimiento sin la necesidad de infringir las leyes de Propiedad Intelectual, mitigando los posibles gastos legales y económicos que estos acarrearán. El uso de dichas licencias cruzadas no sólo reduciría la densidad de las marañas de patentes y sus posibles consecuencias negativas, sino que, además, favorecen un ambiente de cooperación mutua entre las empresas, facilitando el flujo de información entre ellas, favoreciendo así el desarrollo y progreso tecnológico⁴.

Para llevar a cabo dicho estudio, hará uso de la Teoría de Juegos para modelar los distintos comportamientos que las empresas tendrán en función del rédito obtenido según las acciones tomadas. Se pretende evaluar los resultados de las distintas estrategias adoptadas, de cara a maximizar tanto los beneficios económicos como sociales que tendrían las distintas alternativas, optimizando así la gestión de derechos de Propiedad Intelectual y las posibles soluciones ante una situación de bloqueo tecnológico entre empresas.

1.2. MOTIVACIÓN

La motivación detrás de la realización de este trabajo surge de la inquietud por comprender las complejas relaciones empresariales en temas de Propiedad Intelectual, y cómo estas pueden llegar a ser un freno para el correcto desarrollo del conocimiento, la innovación y el progreso humano. La optimización de dichas relaciones es fundamental a la hora de promover la innovación tecnológica, eliminando las ineficiencias que resultan de una mala gestión de estas.

La mejora en el acceso a información protegida por otras empresas incrementa la velocidad de transmisión de conocimiento, eliminando las tediosas pugnas legales y burocráticas que suponen un gasto para las empresas que buscan seguir innovando en un contexto marcado por densas marañas de patentes⁵. Estas ineficiencias resultan de interacciones, a veces subóptimas, entre las distintas empresas afectadas. Es por ello que este estudio pretende abordar dicha problemática mediante el uso de la Teoría

⁴ Shapiro, 2001

⁵ Clark & Kowalski, 2012

de Juegos, herramienta que posibilita el estudio de las interacciones estratégicas en decisiones que afectan a los jugadores involucrados⁶, en este caso, las empresas que persiguen el desarrollo tecnológico.

El estudio de las relaciones entre empresas no busca únicamente su mejora de cara a el beneficio de las mismas, sino que pretende tener en cuenta asimismo el posible beneficio que obtendría la sociedad en su conjunto, quienes se verían beneficiados al ver un incremento en la competitividad de los mercados gracias a la mejora en el acceso de las empresas a la tecnología⁷. La mejora en la competitividad de los mercados redundaría en un beneficio social⁸ que no se podría haber conseguido sin una gestión eficiente de las relaciones entre empresas y su acceso a información protegida.

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Mediante este trabajo se pretende estudiar las interacciones entre distintas empresas en un contexto de bloqueo en el acceso a información protegida desde la perspectiva de la Teoría de Juegos. Dicho análisis se basará en la posibilidad de intercambiar conocimiento mediante las licencias cruzadas de patentes.

Este estudio, mediante el uso de un modelo matemático, obtendrá el rédito económico que las distintas interacciones entre las empresas suponen para las mismas y para su contraparte, para después analizar las posibles soluciones que a las que dichas empresas pueden optar, y cuál es la más eficiente de dichas soluciones. Es por ello por lo que la viabilidad económica será uno de los principales aspectos en los que se centrará la toma de decisiones.

También se llevará a cabo este trabajo con los siguientes objetivos en mente:

- Estudiar y presentar al lector la situación actual de la Propiedad Intelectual y la Teoría de Juegos

⁶ Dufwenberg, 2011

⁷ Vives, 1990

⁸ Leong & Yang, 2020

- Demostrar la necesidad de licencias cruzadas, específicamente en mercados de gran complejidad tecnológica.
- Presentar el modelo mediante el cual se estudiará la aplicación de licencias cruzadas en situaciones con una alta densidad de maraña de patentes y la aplicación de dicho modelo a la vida real.
- Estudiar cómo la toma de decisiones económicas por parte de las empresas debe reflejar los intereses de la sociedad.

Además, este trabajo se realiza con la finalidad de cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), más en concreto con los siguientes:

- **El Objetivo N.º 8: Trabajo decente y crecimiento económico.** Una mejora en la gestión de las relaciones entre empresas resulta en un mayor desarrollo tecnológico e innovación, los cuales son los principales causantes del crecimiento económico⁹.

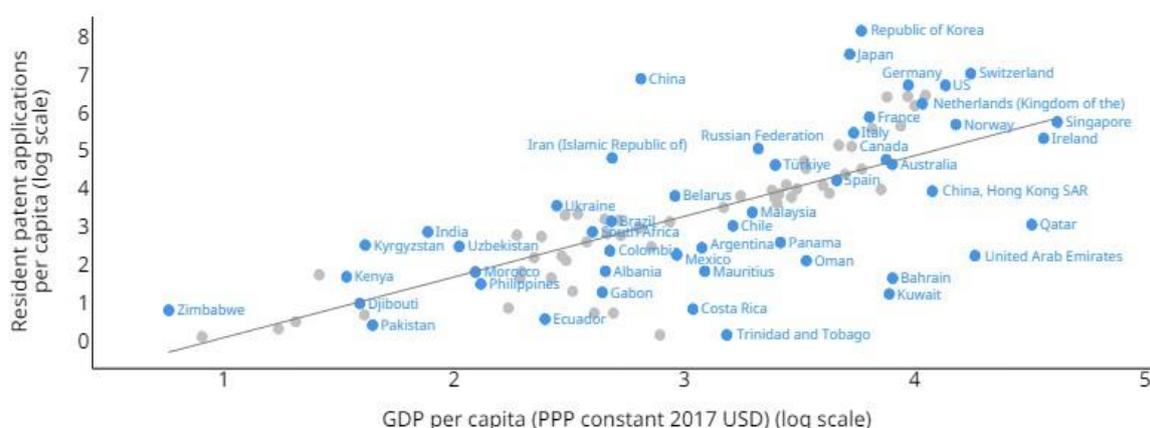


Figura 1.2 Relación entre el PIB per cápita y el número de solicitudes de patentes realizadas por residentes del país per cápita entre 2018 y 2022.

[Fuente: WIPO, 2023]

- **Objetivo N.º 9: Industria, innovación e infraestructura.** La Propiedad Intelectual sirve como incentivo para la actividad inventiva, protegiendo y recompensando a los inventores por su trabajo, aunque en industrias altamente complejas pueda hacer de freno del desarrollo tecnológico¹⁰. Por

⁹ Pradhan et al., 2020

¹⁰ Bican, Guderian, & Ringbeck, 2017

ello, es necesaria la optimización de la protección del conocimiento para poder así asegurar un desarrollo más eficiente y sostenible. Un método para optimizar y recompensar la protección del conocimiento sin comprometer el desarrollo natural de la actividad inventiva son los acuerdos de licencias cruzadas de patentes, un método útil para gestionar el acceso a conocimientos protegidos y que aceleran el desarrollo de nuevos productos.

1.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la realización de este trabajo se partirá de la presentación del problema que se abordará a lo largo de este trabajo, las situaciones de bloqueo de conocimiento existentes que frenan el curso natural de la actividad inventiva. Para ello se realizará una exhaustiva revisión de la literatura acerca de la Propiedad Intelectual y la Teoría de Juegos aplicada a ella. Se definirán los conceptos principales del trabajo, como las patentes, las marañas de patentes, las licencias cruzadas o la Teoría de Juegos, entre otros.

A continuación, se procederá a presentar el fin último del trabajo, la realización de un modelo que permita predecir el comportamiento de las empresas bajo posibles acuerdos de licencias cruzadas de patentes, y posteriormente se validará su aplicación a un caso de la vida real, explicando asimismo la forma de obtención y validación de datos. Se estudiarán los posibles beneficios o perjuicios que supondría a las distintas acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas, o, por el contrario, elegir infringir las leyes de Propiedad Intelectual bajo las que se rige la protección de patentes.

Tras la obtención de los resultados, se elaborará una conclusión que reflexione acerca de la conveniencia o no de implantar las licencias cruzadas de patentes como posible solución al problema presentado anteriormente.

1.5. RECURSOS A EMPLEAR

Para la elaboración de este trabajo se hará uso de las distintas bases de datos académicas para la obtención de artículos que se consideren relevantes, documentos

legales acerca de las licencias, las patentes y su protección y programas informáticos como lo pueden ser Excel, PowerPoint o Python.

CAPÍTULO II: Revisión De La Literatura

En este capítulo se presentará la base sobre la cual se desarrollará el trabajo y se revisará exhaustivamente la literatura que se ha desarrollado al respecto. Se presentarán los conceptos claves del trabajo, como patentes, licencias cruzadas, o Teoría de Juegos.

2.1. CRITERIOS DE PATENTABILIDAD

Una patente se define como los derechos que un inventor tiene a la hora de limitar el uso, réplica o venta de su invención por parte de terceros¹¹. Tienen una duración específica y tiene dos funciones principales. La primera consiste en fomentar la innovación protegiendo los beneficios que los inventores reciben de sus patentes o de su uso, favoreciendo la actividad inventiva. Este concepto se conoce como la *teoría de la recompensa*¹². Sin las patentes, los inventores podrían recibir más beneficios manteniendo la invención en secreto en lugar de haciéndola pública y negociando acuerdos sobre esta, lo cual tendría un efecto negativo sobre la sociedad. Por ello, la segunda función que sirve una patente es eliminar el secretismo alrededor de las invenciones para favorecer la difusión del conocimiento a la sociedad¹³.

Los requisitos para que una patente se considere tal varían según la zona geográfica en la que se registran. Las distintas zonas tienen distintas jurisdicciones que rigen la normativa en el tema de patentes, siendo los principales organismos reguladores la European Patent Office (EPO), la United States Patent and Trademark Office (USPTO), y la Japanese Patent Office (JPO). En España, el organismo encargado es la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). Muchos países están intentando unificar y estandarizar la regulación sobre las patentes, llegando a acuerdos como el *Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio* (TRIPS Agreement), el cual suscriben los 164 países de la World Trade Organization (WTO). La principal similitud entre regímenes son los derechos básicos que se otorgan la patente (concretados en la definición de patente). La principal diferencia consiste en la validación de las patentes a nivel nacional y regional ya que algunos organismos rigen la regulación para varios países (como es el caso de la EPO) con jurisdicciones distintas.

¹¹ Hall, 2007

¹² Kitch, 1997

¹³ Kamien & Tauman, 1983

Otras diferencias menores son que la USPTO suele ser menos restrictiva con la patentabilidad de métodos de negocio y software que su homóloga europea, o la regulación a la hora de afrontar los casos de litigio y los sistemas regulatorios de los mismos¹⁴.

Según el TRIPS Agreement, para que una patente sea reconocida, debe cumplir con los siguientes requisitos¹⁵:

- **Novedad.** El TRIPS Agreement reconoce que no existe un estándar internacional absoluto para considerar una invención novedosa y que esto debe ser juzgado según la ley doméstica de la patente¹⁶. Según la Convención Europea de Patentes (EPC), una invención se considera novedosa si no está comprendida en el Estado del Arte¹⁷. El Estado del Arte incluye todo el conocimiento transmitido tanto por vía oral como escrita que se supone de dominio público, y gracias al cual un experto podría imitar la invención. Incluye las patentes que están siendo procesadas en el momento.
- **Actividad inventiva.** De manera similar al criterio de novedad, el TRIPS Agreement no reconoce una definición exacta del concepto de actividad inventiva, pero sugiere el uso de la definición que varias regulaciones emplean: “La invención no debe resultar evidente para alguien con conocimiento y experiencia en el ámbito correspondiente”¹⁸.
- **Aplicación Industrial.** Si bien el TRIPS Agreement tampoco da una definición exacta, según la EPC, la invención debe ser de utilidad práctica en alguna industria, incluida la agricultura¹⁹.
- **Suficiencia de divulgación.** La aplicación de la futura patente debe estar escrita de forma suficientemente clara y completa como para que alguien con experiencia pueda replicarla²⁰.

¹⁴ Hutukka, 2023

¹⁵ TRIPS Agreement, art 27.1.

⁶ TRIPS Agreement, art 126

¹⁷ EPC, art. 54.2.

¹⁸ TRIPS Agreement, art 128 & 129

¹⁹ EPC, art. 57.2.

²⁰ TRIPS Agreement, art 29.1.

- **Materia patentable.** Se permite excluir de patentabilidad aquellas invenciones que conciernan métodos de diagnóstico, terapéutico y quirúrgicos en humanos, animales o plantas que no se consideren microorganismos²¹. Asimismo, se excluye de patentabilidad aquellas invenciones que puedan alterar el orden público o la moralidad de una sociedad con el fin de la vida y salud humana, animal o vegetal y de evitar graves perjuicios al medio ambiente, siempre que la exclusión no se realice meramente porque la explotación esté prohibida por la ley²².

Algunas de las principales limitaciones que sufren las patentes son el límite temporal, ya que la protección otorgada tiene fecha de caducidad (normalmente veinte años, con posibilidad de ampliación de cinco años más en el caso de productos médicos o farmacéuticos), y el límite territorial, pues la protección se reconoce en el territorio de concesión de la patente, aunque existen vías para extender la protección legal al ámbito internacional durante los primeros doce meses tras la presentación de la solicitud.

2.2. LICENCIAS CRUZADAS DE PATENTES

Las licencias cruzadas de patentes consisten en un acuerdo mutuo entre dos empresas, donde cada una le otorga a la otra el derecho de utilización de sus patentes a cambio de unos pagos conocidos como regalías o *royalties*. Estas regalías son el precio de uso de invenciones aún protegidas por patentes.

Estas licencias cruzadas son especialmente relevantes en las industrias de conocimiento acumulativo²³, es decir, en las que la dependencia del conocimiento previo reciente es muy alta, ya que permiten la utilización de conocimientos ajenos por parte de terceros.

Las licencias cruzadas de patentes nacen como respuesta a situaciones de bloqueo de conocimiento que impiden a las empresas desarrollar nuevos productos y mejorar los ya existentes. Esta situación da lugar a densas marañas de patentes, definidas como una

²¹ TRIPS Agreement, art 27.3.

²² TRIPS Agreement, art 27.2.

²³ Sánchez, 2018

red de derechos de propiedad intelectual superpuestos entre sí que una empresa debe superar para comercializar nueva tecnología²⁴. En estos casos, debido al gran número de patentes existentes, es complicado identificar cuáles son las licencias individuales necesarias para desarrollar un producto. Por ello, las licencias cruzadas de patentes emergen como solución al problema del freno de la actividad inventiva debido a bloqueos en la transmisión de conocimiento.

Debido a las situaciones de bloqueo de conocimiento hay empresas que optan por infringir las leyes sobre patentes y decide explotar invenciones ajenas sin permiso de los titulares, dando lugar a la situación conocida como “guerra de patentes”. Esta situación acarrea litigios y gastos en materia legal para todas las entidades involucradas. Gracias a las licencias cruzadas de patentes dichas violaciones de la Propiedad Intelectual se reducen, trayendo consigo una situación de paz o *patent peace*²⁵, gracias a la cual las empresas pueden centrar sus esfuerzos y recursos en actividades y políticas que fomenten la actividad inventiva y el desarrollo del conocimiento en lugar de luchar contra los usos no permitidos de sus invenciones. Este fomento de la actividad inventiva gracias a las licencias cruzadas de patentes resulta en un mayor desarrollo tecnológico e innovación, en lugar del retraso que suponen las situaciones de guerras de patentes²⁶.

La infracción de las leyes de Propiedad Intelectual por parte de una empresa no siempre le supone una pérdida económica ya que estos casos no siempre llegan a los tribunales, permitiendo a las entidades infractoras evitar los costes asociados a los litigios en los que se verían envueltos. Por ello, a pesar de la existencia de las licencias cruzadas, aún hay empresas que optan por infringir la ley y hacer uso del conocimiento protegido ajeno.

²⁴ Shapiro, 2001

²⁵ Sánchez, 2018

²⁶ Grindley & Teece, 1997

2.2.1 Ventajas e Inconvenientes asociados a las Licencias Cruzadas de Patentes

Las licencias cruzadas de patentes traen consigo varios beneficios que afectan tanto a las empresas como a los individuos. Entre ellos destacan:

- **Reducción de costes asociados a los litigios.** Gracias a los acuerdos alcanzados mediante las licencias cruzadas de patentes las empresas pueden reducir los costes asociados a las posibles infracciones y litigios que se darían sin ellos²⁷.
- **Fomento de la Innovación y Desarrollo Tecnológico.** Las empresas pueden destinar más recursos a actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo²⁸.
- **Promoción de la colaboración entre empresas y mayor competitividad en los mercados.** Gracias a la colaboración entre empresas los mercados tienden a un estado de competitividad perfecta, reduciéndose además el riesgo de monopolio²⁹.
- **Mejora de la eficiencia de las empresas y mercados.** Gracias a una mejora en la resolución de conflictos, se da una gestión de asignación de activos más eficiente³⁰.
- **Mayor seguridad jurídica.** Aportan medidas legales a ejercer en caso de incumplimiento del acuerdo.
- **Mayor bienestar social.** Todos los beneficios ya mencionados resultan en una mejora del bienestar social, especialmente gracias a la bajada de precios que suponen los mercados perfectamente competitivos y la posibilidad de crear nuevos productos sustitutivos a partir de invenciones previamente inaccesibles.

²⁷ Galasso, 2007

²⁸ Grindley & Teece, 1997

²⁹ Jeon, 2015

³⁰ Choi, 2003

Sin embargo, las licencias cruzadas de patentes también tienen algunos inconvenientes, como lo pueden ser:

- **Posibilidad de prácticas colusorias.** Se pueden dar situaciones en las que aparezcan prácticas anticompetitivas que resulten en precios más altos y en un perjuicio para los consumidores³¹.
- **Facilitación de la formación de un oligopolio.** Debido a la posibilidad de restringir el acceso al conocimiento a otras empresas que no formen parte del acuerdo, se podrían excluir a estas del mercado, resultando en un oligopolio.
- **Posición de poder abusiva.** Las licencias cruzadas pueden ser usadas de manera abusiva, llevando a un control exclusivo de aquellas empresas que tengan acceso a tecnologías clave³².
- **Mayores barreras de entrada.** Las empresas que no forman parte del acuerdo ven incrementados sus costes de entrada, dificultando su entrada al mismo³³.

2.3. TEORÍA DE JUEGOS Y LICENCIAS CRUZADAS DE PATENTES

La Teoría de Juegos es una rama de las matemáticas que estudia las situaciones donde los individuos toman en decisiones en un contexto de influencia mutua³⁴. En estos casos, las decisiones que toman los individuos tienen repercusión más allá de sí mismos, afectando a los otros participantes del juego, a la vez que sufren las consecuencias de las decisiones de terceros. Esta teoría es especialmente relevante en materias de economía y psicología.

Existen dos modelos principales a la hora de estudiar el comportamiento económico que dos empresas van a tener entre sí:

³¹ Eswaran, 1994

³² Priest, 1977

³³ Shapiro, 2001

³⁴ Dufwenberg, 2011

- **Modelo de Cournot:** Dos empresas (o individuos) deciden qué cantidad de un bien homogéneo producir a un precio común. A través de este modelo se obtiene el precio de equilibrio (óptimo) en función de las cantidades producidas por cada una de las dos empresas³⁵.
- **Modelo de Bertrand:** En este modelo las empresas compiten a través de la selección de precios en lugar de cantidades, y el equilibrio se alcanza cuando ninguna de las dos empresas puede obtener más beneficios mediante la modificación de precios, es decir, que teóricamente el precio debería ser igual a los costes marginales³⁶.

Estos modelos son especialmente útiles a la hora de examinar una situación de oligopolio en la que las empresas actúen de forma legal y sin ejercer prácticas anticompetitivas. Los dos modelos tienen una diferencia principal a la hora de estudiar los excedentes resultantes. Si dos empresas compiten en cantidad de producción (modelo de Cournot), el excedente de producto es menor, lo que se materializa en forma de precios más bajos, ya que es la parte optimizada de la ecuación, por lo que los consumidores serían afectados positivamente, incrementándose el bienestar social. Por otra parte, si las empresas compitiesen en precios (modelo de Bertrand), el excedente de producto sería mayor, lo cual merma el beneficio social al verse afectado el consumidor. Por ello, la elección del tipo de competencia resulta un tema controvertido.

En materia de patentes, la Teoría de Juegos se ha utilizado con multitud de fines, como la valoración de patentes mediante las interacciones entre el dueño y los posibles compradores³⁷, la necesidad de la Propiedad Intelectual para proteger y favorecer la actividad inventiva³⁸ y las negociaciones de acuerdos de compraventa. Es especialmente útil a la hora de predecir el comportamiento que dos empresas van a tener ante la posibilidad de acogerse a acuerdos de licencias cruzadas de patentes, estudiando cómo afrontan el dilema que supone acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas o litigar contra terceros que se hayan apropiado del uso de su Propiedad Intelectual. Es especialmente útil en casos en los que las empresas han realizado inversiones significativas en activos

³⁵ Samuelson, 2016

³⁶ Samuelson, 2016

³⁷ Kamien & Tauman, 1983

³⁸ Moore, 2018

tecnológicos específicos, ya que el hecho de optar por licencias cruzadas permite a las empresas libertad de operaciones³⁹.

A la hora de aplicar la Teoría de Juegos a las licencias cruzadas de patentes en juegos de una única decisión (veremos más adelante estudios acerca de situaciones dinámicas) se suele seguir una estructura como la de la **Figura 2.1**. Esta estructura considera la posibilidad de acogerse a acuerdos de licencias cruzadas teniendo en cuenta las ventajas de coste de los productores.

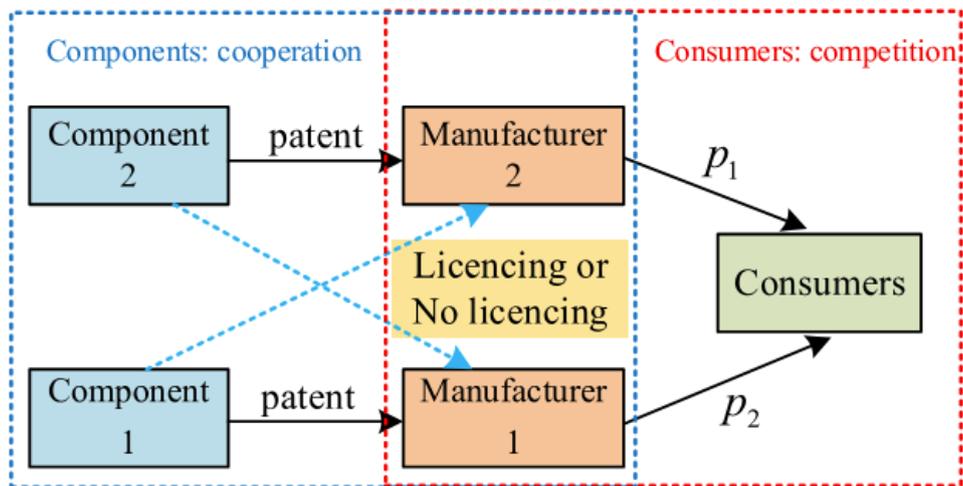


Figura 2.1 Estructura de toma de decisiones a la hora de acogerse a acuerdos de licencias cruzadas bajo un modelo de Cournot.
[Fuente: Zhao & Wang, 2023]

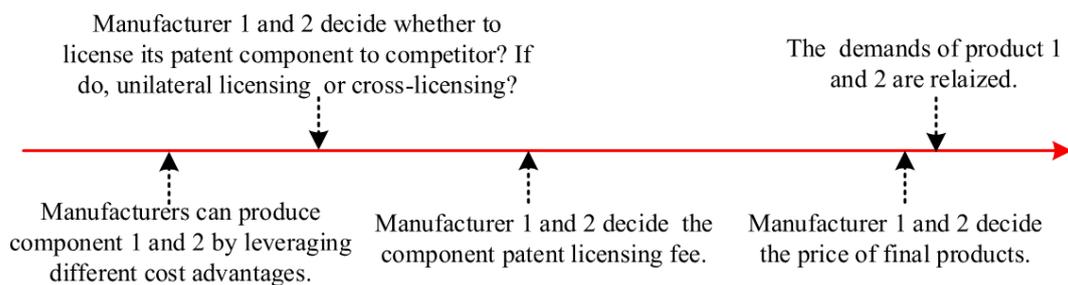


Figura 2.2 Etapas del proceso de toma de decisiones a la hora de acogerse a acuerdos de licencias cruzadas bajo un modelo de Cournot.
[Fuente: Zhao & Wang, 2023]

³⁹ Galasso, 2007

Modelo de Zhao & Wang

El estudio realizado por Zhao y Wang se centra en analizar el comportamiento entre dos empresas competidoras en tres escenarios distintos: una situación de no licencia de patentes, una situación de licencias unilaterales y otra de licencias cruzadas en una situación de modelo de Cournot en la que las empresas compiten en las cantidades de producción y se busca hallar el precio óptimo de venta. Los autores analizan cómo afectan las distintas posibilidades de licencias a los principales parámetros de su análisis (ventaja de costes, sustituibilidad de los productos y beneficio de los consumidores). El estudio se realiza bajo dos empresas en estado de co-opetición, es decir, cuando estas cooperan a la vez que compiten entre sí. Las empresas cooperan en la creación de componentes para los cuales puede resultar (o no) beneficioso un acuerdo de licencias unilaterales o bilaterales (cruzadas) para luego competir entre ellas en la venta del producto final. Esta dinámica de co-opetición es especialmente común en las industrias con un alto grado de desarrollo tecnológico en las que el ritmo de las innovaciones es vertiginoso y las tecnologías empleadas quedan obsoletas rápidamente.

Los autores estudian dos mercados principalmente: la industria automotriz y la de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC). El análisis de la industria automotriz se centra en la importancia de los intercambios de tecnologías patentadas ya que estas son cruciales en el desarrollo de invenciones que de desarrollarse de manera independiente tendrían costes muy elevados. Se estudia esta situación en el desarrollo de celdas de combustible de vehículos eléctricos (*fuel cell electric vehicle, FCEV*) desde la perspectiva de las empresas de Hyundai Motors y Audi. En cuanto a la industria TIC, los autores analizan la situación de Apple y Samsung, quienes compiten en la venta de sus teléfonos móviles, pero cooperan en el desarrollo de estos mediante la compraventa de componentes clave, abaratando los costes que supondría desarrollar estos de forma independiente.

El estudio tiene en cuenta tres escenarios distintos: una situación de no licencia de patentes, una situación de licencias unilaterales y otra de licencias cruzadas. En el escenario sin licenciamiento, es decir, de competición pura, los fabricantes desarrollan las tecnologías necesarias para sus productos de manera independiente sin compartirla con su competidor. El licenciamiento unilateral consiste en que una de las empresas decide licenciar una de sus tecnologías a la otra a cambio de una compensación

económica, pero no recibe ninguna licencia sobre las tecnologías de la empresa competidora. Esta situación es común en industrias en las que una empresa tiene una ventaja tecnológica significativa sobre las demás y explota esta mediante el cobro de tarifas fijas o regalías. La última situación de estudio es la más relevante a este trabajo, y se trata de un escenario de licencias cruzadas en las que las empresas intercambian las licencias de sus tecnologías, permitiendo su explotación a la empresa que obtiene la licencia. Aunque ya se ha expuesto más en profundidad el concepto de licencias cruzadas cabe destacar que estas son especialmente relevantes en empresas que han desarrollado tecnologías altamente complementarias, permitiéndoles abaratar sus costes de producción de manera significativa.

El modelo matemático que los autores Zhao y Wang presentan se basa en la producción por parte de dos empresas, A y B, de un producto con un alto grado de sustituibilidad y que consta de dos componentes clave, con un coste inicial determinado para cada una de las empresas. Este coste se ve afectado por cada una de las tres situaciones de licenciamiento previamente expuestas en la que se ven envueltas las empresas. Si una empresa recibe la licencia para producir el componente que su competidora ha desarrollado, el coste de producción del mismo pasa de ser el coste que inicialmente le suponía a la empresa licenciataria (la que solicita obtener la licencia y por tanto tiene derecho al uso de la innovación) a ser el coste que le supone a la empresa licenciante (la empresa titular de los derechos de Propiedad Intelectual de la invención) más el coste económico que supone dicha licencia. Este coste está subdividido en dos partes: una tarifa fija y una regalía. A partir de estos costes se analiza el beneficio que dichas empresas obtienen, teniendo en cuenta las tarifas de licencias, los márgenes de beneficio de las empresas y la demanda del producto final. Dicha demanda se estima a partir de tres parámetros: las cantidades producidas por ambas empresas, los precios de los productos y la sensibilidad de la demanda al precio del propio producto y al precio del producto del competidor. Finalmente se estudia el punto de beneficio óptimo a partir de la derivada de la expresión de este y cómo se ve afectado por los distintos parámetros de entrada.

Para realizar el estudio, los autores hacen varias suposiciones, siendo las más importantes la linealidad de la función de demanda, la naturaleza de la competencia (modelo de Cournot), que las empresas se condicionan mutuamente, es decir, que alcanzan un equilibrio de Nash en el que cada empresa escoge su estrategia en función de

la de su competidor, y que las licencias otorgadas tienen un impacto directo sobre los beneficios obtenidos. Estas suposiciones tienen algunas limitaciones, como que sólo haya dos competidores, lo que impide reflejar la complejidad de los mercados sujetos a más agentes económicos; que la función de demanda sea lineal no permite capturar correctamente la demanda real; o que los costes de producción son constantes y no se ven afectados por el volumen de producción mediante las economías de escala.

Tras realizar el estudio matemático pertinente, los autores Zhao y Wang llegan a varias conclusiones. La primera hace referencia a un concepto conocido como mejora de Pareto, definida como una situación en la que una acción mediante la cual uno o más agentes económicos se ven beneficiados sin perjudicar al resto, y es especialmente relevante para este trabajo. Los autores encuentran que en una situación en la que los productos que dos empresas elaboran no son altamente sustitutivos y una de las empresas tiene una cuota de mercado menor que la otra las licencias cruzadas de patentes dan lugar a mejoras de Pareto, beneficiado a una o las dos empresas, así como a los consumidores. También se hallan conclusiones acerca de la situación de competencia pura y de licenciamiento unilateral. En cuanto a la competencia pura, esta puede ser beneficiosa en casos en los que la ventaja en costes de una empresa es muy grande o pequeña, y en cuanto al licenciamiento unilateral, se halla que este puede ser beneficioso en casos en los que un fabricante tiene una ventaja tecnológica significativa. Asimismo, los autores analizan cómo afectan los distintos escenarios a los consumidores, mediante productos de mayor calidad y menos costes. Sin embargo, los autores no consideran la posibilidad de la formación de un oligopolio que resulte en un detrimento del bienestar general del consumidor, por lo que se debe remarcar la importancia de la ética a la hora de escoger la estrategia a seguir en lo que a licencias se refiere.

Modelo de Spulber

Reconociendo la importancia de las regalías acordadas a la hora de formar un acuerdo de licencias, Spulber investiga acerca del efecto que estas tienen sobre las empresas que se acogen a este tipo de acuerdos, y cómo afectan a la naturaleza de los intercambios de conocimiento. El autor estudia la importancia de las negociaciones a la hora de fijar el precio de las licencias intercambiadas entre las empresas, y cómo estas negociaciones son un pilar fundamental para encontrar un punto de eficiencia económica

en el que se maximicen los beneficios conjuntos de las empresas involucradas. Para ello, el autor hace uso de un modelo de Cournot, en el que las empresas deciden qué cantidad producir a un precio común que se busca que sea óptimo. A través del modelo propuesto el autor busca estudiar las decisiones estratégicas que toman las empresas cuando estas comercializan un producto en el que alguno de sus componentes clave son desarrollados de forma más eficiente por otra empresa, y por lo tanto se puede obtener una mejoría en los costes asociados a la producción del producto final acogiéndose a un acuerdo de licencias cruzadas o unilaterales. La toma de decisión de las empresas está condicionada por las acciones de su competidora, ya que estas tienen efectos sobre el resultado de las acciones propias, constituyendo una situación en la que es especialmente útil el uso de la Teoría de Juegos.

Spulber realiza su estudio proponiendo un modelo matemático basado en un juego de dos etapas, con el fin de analizar las negociaciones entre empresas y los resultados de estas. En la primera etapa los inventores hacen una oferta sobre la licencia de sus PI no cooperativa, es decir, unilateral, a la cual los productores responden en función de su situación. En la segunda etapa, los inventores (aquellas empresas que tienen una ventaja tecnológica sobre la producción de un cierto componente clave en un producto) y productores (aquellos que pueden reducir costes optimizando los costes de producción asociados a un componente clave) negocian sobre las tarifas y regalías de licencias bilaterales simultáneas para después competir en el mercado. Gracias a la estructura del modelo es posible estudiar algunos aspectos importantes como la coordinación entre productores e inventores, el uso de varias invenciones y, principalmente, la importancia de las negociaciones en materia de acuerdos de licencias sobre patentes.

El estudio analiza cómo responden las empresas ante la posibilidad de obtener licencias para una, dos o ninguna invención, para poder estudiar la interacción entre el número de licencias adquiridas y las tarifas asociadas a estas. Es reveladora la conclusión que sostiene que el equilibrio se haya en la adopción de dos licencias cuando los productos desarrollados por las empresas son sustitutos innovadores, complementos innovadores o complementos innovadores perfectos⁴⁰. El autor define el concepto de sustitutos innovadores como la situación en la cual hay diferencias decrecientes en la producción

⁴⁰ Spulber, 2016

de innovaciones. El concepto de complementos innovadores se define como la situación en la cual hay diferencias crecientes en la producción de innovaciones.

El análisis se hace con cuatro implicaciones que los productores han de tener en cuenta a la hora de decidir su rumbo de acción. La primera consiste en una evaluación de las ventajas (o desventajas) tecnológicas presentes en su cadena de producción, y cómo afectan estas a sus costes de producción y a la competitividad de sus productos en el mercado. La segunda se trata de la estrategia de precios, ya que se debe tener en cuenta en todo momento los costes asociados a las decisiones de licenciamiento, y cómo estas afectan a los precios finales de los productos comercializados, los cuales afectan a su vez a la demanda de dichos productos. También se debe tener en cuenta el impacto que las acciones de las empresas tienen en la innovación ya que, si bien esta se ve fomentada por el acceso de otros fabricantes a tecnologías previamente restringidas, puede suponer una situación de dependencia tecnológica en la que los fabricantes se vean desincentivados de incrementar sus inversiones en materias de investigación y desarrollo, afectando negativamente a la evolución del saber. Finalmente, el autor estudia lo que es el fin último del trabajo, la optimización de las negociaciones de las licencias. Estas negociaciones deben ser estratégicas y considerar el plan de futuro y los beneficios a largo plazo de las empresas envueltas en estos acuerdos. Se hace especial hincapié en la necesidad de encontrar una situación de equilibrio en la que ambas partes se vean beneficiadas de cara a mantener una competencia saludable que fomente un entorno de competitividad e innovación que resulte en mayores beneficios no sólo para las empresas, sino también para los consumidores.

Tras elaborar y validar el modelo matemático propuesto, el autor demuestra varias conclusiones notables para evaluar los factores que contribuyen a un correcto desarrollo de la innovación y el conocimiento. Para empezar, Spulber demuestra la importancia de las ventajas comparativas en la producción de tecnologías cruciales de cara a identificar la estrategia más eficiente en cuanto a licenciamiento de PI, enfatizando la importancia de obtener un beneficio mutuo además de contribuir positivamente al bienestar social. Las empresas deben ser capaces de identificar en qué áreas, técnicas o productos tienen o pueden obtener una ventaja competitiva frente a las empresas competidoras, y en función de estas hallar una estrategia que favorezca la formación de un equilibrio competitivo el cual, además de fomentar una competencia que lleve a las empresas a mejorar sus productos y sus márgenes, fomente la actividad inventiva y el normal desarrollo del

conocimiento mediante el acceso de competidores a tecnologías complementarias. Para ello, el autor explora la importancia de las negociaciones a la hora de obtener regalías adecuadas que propicien la situación expuesta, ya que unas negociaciones efectivas conllevan un pago de tarifas adecuado, lo cual promueve la eficiencia económica. Sin embargo, una negociación mal llevada puede suponer un desequilibrio hacia un participante o generar una dependencia tecnológica de una de las partes hacia otra que perjudique a uno de los participantes y a la sociedad en su conjunto.

Sin embargo, el estudio también cuenta con algunas limitaciones. La primera de ellas y la más común entre los estudios en la materia es la simpleza de la estructura del mercado, en el que solo intervienen dos participantes, mientras que en la vida real este se ve afectado por multitud de agentes. Asimismo, el estudio no refleja las tendencias en el mercado, tan importantes en industrias de rápido crecimiento⁴¹ como a las que está enfocado el estudio, por lo que el dinamismo de las mismas no se reflejado en el trabajo. Si bien el trabajo discute la posibilidad de utilizar consorcios de patentes, en materia de licencias unilaterales y cruzadas, está limitado a dos ofertas por parte del licenciante, por lo que no permite obtener conclusiones acerca de cómo actuarían las empresas que necesitasen obtener más de dos licencias de un mismo licenciante, práctica común en las industrias con un rápido desarrollo del conocimiento, ya que en estas es necesario emplear tecnologías punteras de cara a reducir el riesgo de obsolescencia, como se ha discuto previamente.

Modelo de Yang, Shi, & Li

Los estudios de situaciones dinámicas llevadas *ad infinitum*, en los que se no se estudia un punto de equilibrio si no cómo varía este a lo largo del tiempo para obtener el desarrollo del sistema se conocen como Teoría de Juegos Evolutiva, y son especialmente útiles de cara a la investigación acerca del comportamiento cooperativo en el ámbito de PI entre entidades heterogéneas desde el punto de vista del mercado y de la supervisión regulatoria, ya que es más sencillo obtener conclusiones acerca de cómo afectan independientemente determinados parámetros independientemente en determinadas cantidades a la evolución temporal de las probabilidades de cooperación en materia de PI

⁴¹ Belova & Dunin, 2021

de dos empresas a lo largo del tiempo⁴². En esta materia destaca el artículo elaborado por Yang et al. en el que se estudia la cooperación en materia de PI en un contexto de gobierno, industria, universidades e institutos de investigación (GIUR).

Los autores elaboran un estudio basado en dos etapas. La primera consiste en un juego evolutivo mediante el cual se estudia el comportamiento de cooperación en materia de PI en desde dos perspectivas, bajo el mecanismo de mercado y bajo el mecanismo de supervisión administrativa. A partir de aquí se busca un punto de equilibrio del que pasar a la siguiente y última etapa, que consiste en una simulación numérica bajo las mismas dos perspectivas, y gracias a la cual se obtiene el resultado final. Se puede observar la estructura del trabajo en la **Figura 2.3**.

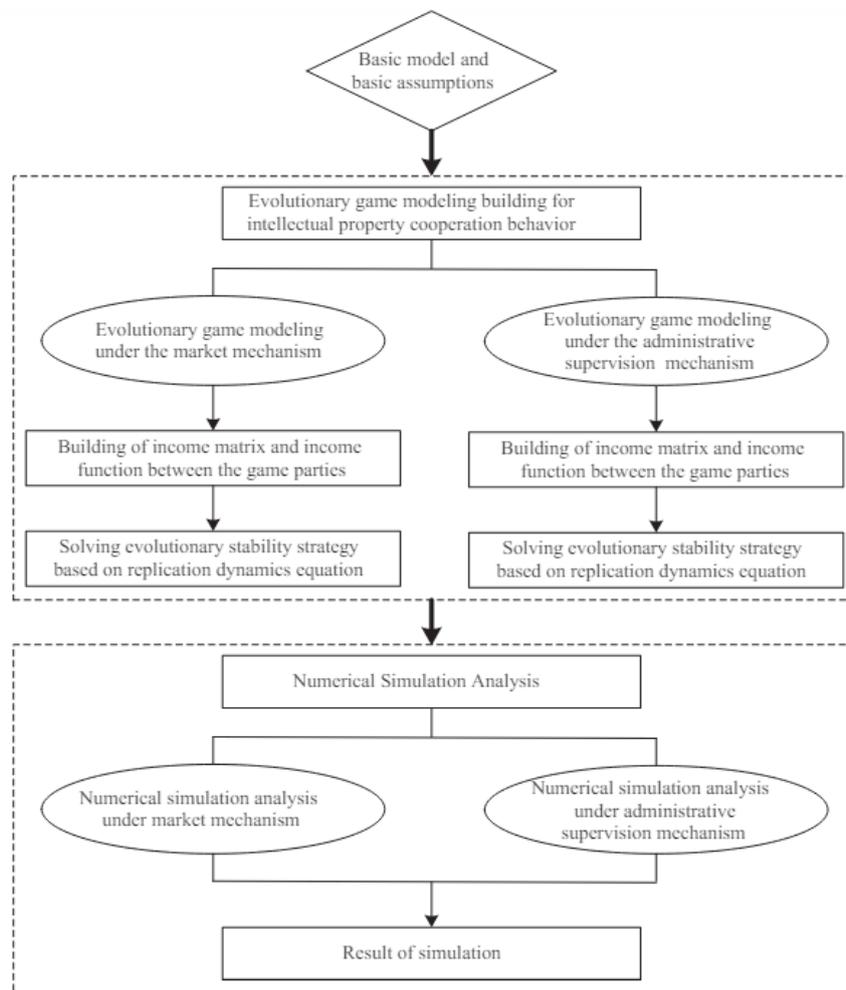


Figura 2.3 La arquitectura del modelo de juego evolutivo y su simulación numérica.
 [Fuente: Yang et al., 2018]

⁴² Yang et al., 2018

Para elaborar el modelo los autores hacen varias hipótesis, entre las que destacan que, bajo un mecanismo de mercado, las universidades y centros de investigación son las responsables de la innovación y desarrollo del conocimiento, mientras que las empresas se encargan de la inversión y operación de actividades de PI, y el gobierno actúa como un sujeto de no interés, pero de incentivo en el desarrollo de innovaciones. Esta hipótesis, especialmente la parte final, es relevante ya que más adelante se expondrá el efecto de la tasa impositiva sobre la innovación. También merece la pena remarcar una hipótesis acerca de los costes hundidos (*sunk costs*, costes que ya se han incurrido y no se pueden recuperar, por lo que deben ser excluidos de la toma de decisiones⁴³), asumiendo que conllevan un perjuicio en forma de daños de liquidación del excedente.

Gracias al modelo previamente presentado, los autores pueden evaluar el impacto individual que distintos parámetros tienen sobre la actividad inventiva, midiendo el tiempo que se tarda en alcanzar un punto de equilibrio. Los parámetros de estudio han sido: las estrategias seguidas por los GIUR, los subsidios a la investigación, tasa impositiva, beneficio social, entre otros. Se realiza este estudio mediante la iteración de estrategias de cooperación, que se ajustan continuamente en función de los beneficios obtenidos y las decisiones de los otros participantes hasta encontrar un punto de equilibrio que determine la estrategia estable evolutiva. Dicha iteración se realiza a partir de la Teoría de Juegos y utilizando una matriz de pagos que considera los ingresos de los participantes, su inversión de capital, el coste de oportunidad, el porcentaje de subsidios y la indemnización (*spillover*) requerida por no cooperar mientras que la otra parte sí que lo hace. Además, también se estudia la respuesta en función del beneficio extra que las universidades y centros de investigación obtienen de cooperar con una empresa (y viceversa).

Tras evaluar los distintos parámetros, los autores concluyen que unos incentivos gubernamentales adecuados, así como la implementación de daños liquidados puede favorecer la cooperación activa entre las GIUR. También concluyen que una tasa impositiva razonable y penalizaciones administrativas son efectivas para promover la cooperación entre las GIUR.

A continuación se exponen algunos de las gráficas elaboradas por los autores que demuestran el efecto que los distintitos parámetros tienen sobre la rapidez en alcanzar un

⁴³ Arp, 2018

punto de equilibrio estable evolutivo. En el eje de abscisas se encuentra el tiempo que se tarda en encontrar el equilibrio, mientras que en el de ordenadas la probabilidad de que una empresa opte por cooperar activamente con una universidad o instituto de investigación, alcanzando el valor 1 en el momento en el que se haya el equilibrio y 0 en el que no. Es interesante observar cómo afecta cada parámetro de forma individual, y es especialmente relevante para este trabajo observar cómo lo hace los beneficios sociales adicionales. En este gráfico se muestra la probabilidad de que sea la universidad o instituto de investigación el que opte por cooperar con una empresa.

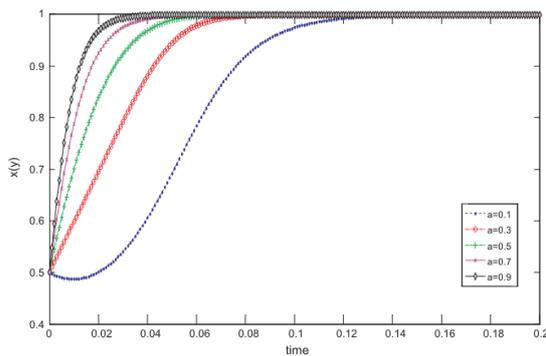


Figura 2.4 La influencia del coeficiente de subsidio “a” en la evolución del sistema.
[Fuente: Yang et al., 2018]

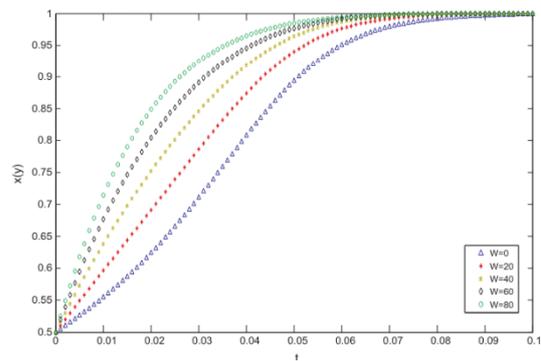


Figura 2.5 La influencia de los daños de liquidación “W” en la evolución del sistema.
[Fuente: Yang et al., 2018]

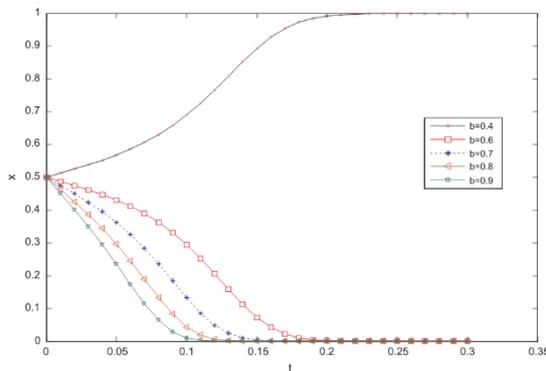


Figura 2.6 La influencia de la tasa impositiva “b” en la evolución del sistema.
[Fuente: Yang et al., 2018]

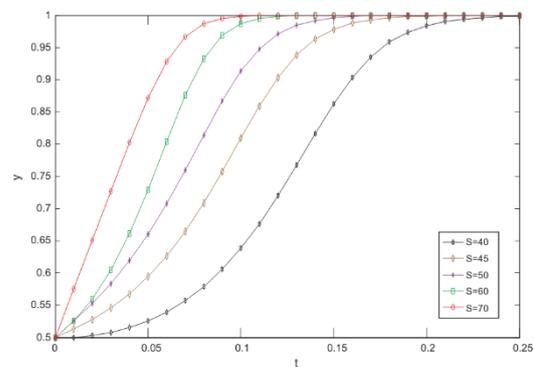


Figura 2.7 La influencia de los beneficios sociales adicionales “S” en la evolución del sistema.
[Fuente: Yang et al., 2018]

Sin embargo, el estudio cuenta con algunas limitaciones acerca, entre ellas la rigidez de las decisiones, que no consiguen capturar a la perfección todos los posibles comportamientos de los actores involucrados, ya que no se tienen en cuenta varias consideraciones en la matriz de pago que proponen los autores. También existe una falta

de datos empíricos que permitan un correcto estudio de la situación actual, por lo que la aplicabilidad de los resultados en el mundo real es limitada.

Importancia de la naturaleza de los pagos de licencias cruzadas

Es importante analizar la naturaleza de los pagos en caso de adoptar un acuerdo de licencias cruzadas, ya que es fundamental establecer cantidades que permitan un equilibrio en el que ninguno de los participantes de dichas licencias se vea perjudicado, ya que esta situación no conduciría sino al freno de la innovación y la creación de ineficiencias en el mercado. Para ello la Teoría de Juegos también ha demostrado ser útil de cara al estudio de la comparación entre los métodos de pago establecido en los acuerdos de licencias cruzadas: subasta, tarifa fija o regalía por unidad. Tras analizar los comportamientos que las empresas tienen entre sí se ha determinado que, mientras que los consumidores se vean más beneficiados por el uso de tarifas fijas, las empresas lo están mediante el uso de regalías, dando lugar a un conflicto entre los intereses privados y sociales⁴⁴. Por este motivo es fundamental estudiar y tener en cuenta cómo se va a ver afectada la sociedad cuando se llega a acuerdos en materia de licencias.

2.4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este capítulo se ha tratado de dar una base acerca de los temas principales del trabajo, las patentes y las licencias cruzadas de patentes, y algunos de los beneficios e inconvenientes asociados a ellas. Asimismo, se ha expuesto la conveniencia del uso de la Teoría de Juegos para analizar los comportamientos de las empresas a la hora de acogerse o no a un acuerdo de licencias cruzadas, así como algunas de las conclusiones obtenidas de estudios previos.

Las licencias cruzadas de patentes surgen como una respuesta a una situación de freno en la actividad inventiva debido a las marañas de patentes. Y, si bien las licencias cruzadas ofrecen una solución factible con múltiples beneficios, sería ingenuo pensar que no pueden dar pie a situaciones de abuso o de competencia desleal, por lo que parece oportuno realizar un estudio en profundidad acerca de las posibles respuestas de las empresas ante una situación de infracción de las leyes de Propiedad Intelectual.

⁴⁴ Caballero-Sanz et al., 2002

Para ello resulta conveniente hacer uso de la Teoría de Juegos la cual, gracias a su capacidad de predecir el resultado de una situación en la que las acciones de ambas entidades condicionan el resultado personal de la otra, ayuda a encontrar la posición de equilibrio óptimo cuando dos empresas se ven ante la tesitura de acogerse o no a un acuerdo de patentes que concierna a ambas.

Si bien se han presentado varios modelos que hacen uso de la Teoría de Juegos para estudiar el comportamiento de las empresas cuando se les presenta la oportunidad e acogerse a acuerdos de licencias cruzadas, hemos observado que estos tienen algunas limitaciones. En la mayoría de modelos no se considera el beneficio que la sociedad puede obtener de dichos acuerdos, ya que en última instancia es el consumidor el que se ve afectado en mayor medida por las situaciones de bloqueos originadas por las marañas de patentes, que al frenar la innovación y el progreso reducen la satisfacción del consumidor y el avance de la técnica, haciendo de lastre para el correcto desarrollo de la sociedad y el conocimiento humano. Siendo los consumidores los más afectados por este tipo de acuerdos, parece éticamente correcto estudiar qué consecuencias tienen para ellos estos acuerdos. Además, en estos artículos no se considera el concepto de maraña de patentes, tan importante a la hora de saber qué industrias están más afectadas por las situaciones de bloqueo de patentes. Finalmente, en ninguno de los modelos presentados se tiene en cuenta el componente humano de las empresas, ya que, aunque en la teoría todos los agentes del mercado son racionales, en la práctica no siempre es así. Reflejo de esto es la omisión de los retrasos que a veces ocurren en las negociaciones de cara a obtener más rentabilidad de estos en función de la especificidad de los activos y el grado de optimismo presente a la hora de negociar dichos acuerdos⁴⁵.

A continuación se puede observar una breve tabla resumen acerca de las ventajas e inconvenientes de los tres modelos expuestos en el apartado anterior.

⁴⁵ Galasso, 2007

	Ventajas	Inconvenientes
Modelo de Zhao & Wang	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de distintos tipos de licencias de patentes. - El modelo emplea una estimación de la demanda de mercado completa. - Uso del concepto de mejora de Pareto para medir beneficios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Simpleza de la estructura del mercado. - Suposición de costes de producción constantes no afectados por economías de escala.
Modelo de Spulber	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio sobre las negociaciones de las regalías y tarifas asociadas a las licencias. - Se tiene en cuenta las ventajas y desventajas asociadas a las innovaciones tecnológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se refleja el dinamismo del mercado mediante tendencias del mercado.
Modelo de Yang, Shi, & Li	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de una situación dinámica en la que intervienen varios actores cuyas interacciones se analizan. - Se analiza cómo afectan por separado varios parámetros al equilibrio del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rigidez de las suposiciones y decisiones. - Limitada aplicabilidad al mundo real.

Figura 2.4 Ventajas y desventajas de los modelos expuestos.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

Por ello, en este trabajo se ha optado por estudiar el modelo que da nombre a este trabajo, propuesto por Alberto Galasso, quien propuso un juego que tiene en cuenta las limitaciones previamente mencionadas, y a través del cual se buscará estudiar la situación actual de las interacciones de las empresas que tienen la posibilidad de acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas de patentes.

CAPÍTULO III: El Juego De Galasso

A lo largo de este capítulo se presentará el modelo que va a servir de base para el estudio de un caso práctico acerca de la problemática ya expuesta sobre las licencias cruzadas. El modelo, presentado por Alberto Galasso en 2007, hace uso de la Teoría de Juegos para analizar la decisión a la que se enfrentan varias empresas cuando se ven envueltas en densas marañas de patentes: negociar y llegar a un acuerdo, u optar por la vía de los litigios.

Se revisarán en profundidad algunos de los conceptos ya expuestos en capítulos anteriores, y se verá la integración de estos en el juego propuesto, así como las hipótesis y suposiciones de este.

3.1. BASES PARA EL PLANTEAMIENTO DEL MODELO

En este apartado se presentarán las bases sobre las que se construye el modelo de Galasso sobre el que va a tratar este capítulo.

Como ya se ha expuesto en capítulos anteriores, vivimos en un entorno en el que el bloqueo del conocimiento y la actividad inventiva es un problema que está lejos de resolverse, al verse incrementado según la complejidad tecnológica de las industrias aumenta. Esta situación, caracterizada por densas marañas, supone un freno al desarrollo científico del conocimiento y económico para las empresas. Galasso estudia como solución a este problema las licencias cruzadas de patentes, y escoge estas por tres motivos. Primero, porque el comportamiento de las empresas envueltas en situaciones de negociación de contratos en materia de PI es un rompecabezas para los economistas, y gracias a su trabajo el autor pretende comprender mejor las dinámicas de dichos comportamientos. Segundo, ya que las licencias cruzadas de patentes, a pesar de su prevalencia, han recibido poca atención empírica y teórica por parte de los economistas, por lo que un estudio sobre ellas puede ser de gran valor a la hora de entender y optimizar las elecciones de las empresas en cuanto a su estructura organizativa. Finalmente, ante la discusión existente sobre si el modelo actual de patentes es el mejor sistema de incentivos para la actividad inventiva⁴⁶, Galasso busca estudiar las razones que empujan a las empresas a acogerse a acuerdos de licencias cruzadas, y las características de dichas

⁴⁶ Gallini & Scotchmer, 2002

empresas para así encontrar ineficiencias en el sistema de cara a evaluar las posibles reformas en el sistema de patentes.

El autor estudia una situación en la que dos empresas tienen que elegir sobre si adoptar un acuerdo de licencias cruzadas u optar por la vía de los litigios. Si las empresas llegan a un acuerdo, se comprometen a no litigar infracciones presentes y futuras, compartiendo así los beneficios de un duopolio. Este acuerdo se alcanza a través de un proceso de negociación, y para estudiar esta situación de negociación, Galasso se basa en el trabajo teórico de Yildiz (2003, 2004) y su juego de “dividir el dólar” (*divide-the-dollar*).

El problema de “dividir el dólar” se trata de un modelo teórico utilizado en economía y en teoría de juegos para ilustrar cómo dos jugadores se reparten una cantidad fija de dinero, en este caso, un dólar. Es especialmente útil de cara a ejemplificar cómo un exceso de optimismo de las dos partes puede suponer retrasos en las negociaciones y las consecuencias que esto conlleva. Este juego consiste en dos jugadores que se deben repartir una cantidad un dólar que en $t=0$ vale 1, pero que en el instante $t=1$ se puede dividir, valiéndolo la parte mayor $\delta \in (1/2, 1)$, es decir, cualquier valor entre $1/2$ y 1, pero ninguno de ellos ya que $2\delta > 1$. Finalmente, si los jugadores no llegan a un acuerdo, el dólar deja de tener valor. Ya que ambos jugadores se sienten legítimos propietarios de la mayor parte del dólar (δ), se da una situación en la que se han de repartir el dólar y ninguno de los dos cedería (racionalmente) a admitir la menor parte de este en $t=0$, posponiendo una toma de decisiones que conlleve algún beneficio para ambos hasta el instante $t=1$. Gracias a este juego se hace evidente las ineficiencias y retrasos que surgen cuando dos partes ven con excesivo optimismo los beneficios de una negociación⁴⁷. Gracias a este trabajo, se consigue introducir un concepto novedoso en los relativo a las negociaciones entre licenciante y licenciataria, el optimismo con el que cada empresa veía el acuerdo.

A partir del trabajo de Yildiz, Galasso desarrolla un modelo en el que dos empresas negocian por un acuerdo de licencias cruzadas introduciendo una opción de salida en cada período del juego que reciben las empresas en caso de discrepancia, para después analizar la estrategia óptima a seguir por cada una de las partes, dada por el punto de equilibrio perfecto de Markov-Nash.

⁴⁷ Yildiz, 2003

3.2. PROPUESTA Y DESARROLLO DEL MODELO

En este apartado se planteará y explicará en detalle el modelo de Alberto Galasso que se usará posteriormente para una aplicación práctica. El modelo trata de un juego de horizonte infinito en el que dos empresas, sean empresa i y empresa j , se ven envueltas en una situación en la que una de las dos ve sus derechos de PI infringidos por la otra. Ante esta situación las empresas se ven avocadas a tomar una de tres opciones: recurrir a la vía judicial (con los laboriosos procesos y altos costes que ello supone), persistir en los litigios para después firmar un acuerdo de licencias cruzadas, o firmar dicho acuerdo desde el primer momento. Esta situación se ejemplifica en la **Figura 3.1**, en la que la variable *contact* hace referencia a la proximidad de la tecnología de las empresas. Se observa cómo el estudio sólo tiene sentido para empresas que tengan mucha tecnología en común o solapada.

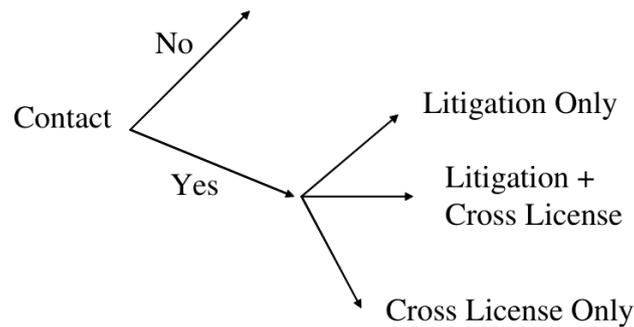


Figura 3.1 Posibles escenarios contemplados por el modelo.

[Fuente: Galasso, 2007]

Antes de presentar las etapas del modelo se ha de clarificar las condiciones de este. Las dos empresas i y j son empresas cuyas innovaciones quedan reemplazadas en cada iteración del modelo, es decir, que una vez el modelo itera de nuevo la innovación discutida previamente queda reemplazada por una nueva sobre la que las empresas deben volver a negociar. Una vez clarificado este punto, se procede a presentar el modelo.

El modelo consiste en dos etapas de negociación en las que las empresas están envueltas en una situación de infracción. Se aporta una representación gráfica de esta situación en la **Figura 3.2**. En la primera etapa la empresa i , cuyos derechos de PI se han visto infringidos, ofrece a la empresa j , infractora de derechos de PI, la posibilidad de acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas. En caso de que j acepte dicho acuerdo, ambas

empresas se repartirán los beneficios presentes y futuros del duopolio según el contrato. Sin embargo, si la empresa j decide no acogerse al acuerdo ofrecido por i , la situación se resuelve vía litigios. Esto conduce a la segunda situación. Aquí, el modelo comienza un nuevo juego con una nueva innovación que sustituye a la anterior, con una probabilidad (desconocida por las empresas) $\rho \in [0, 1]$ de que la empresa i sea licenciante de esta nueva innovación, y una probabilidad complementaria de $1 - \rho$ de que la licenciante sea la empresa j . Con esto se genera una situación de evolución infinita del juego gracias a la cual se pueden evaluar el equilibrio a largo plazo. Cada una de las empresas tiene una creencia previa a la determinación de ρ sobre sus posibilidades de ser licenciante.

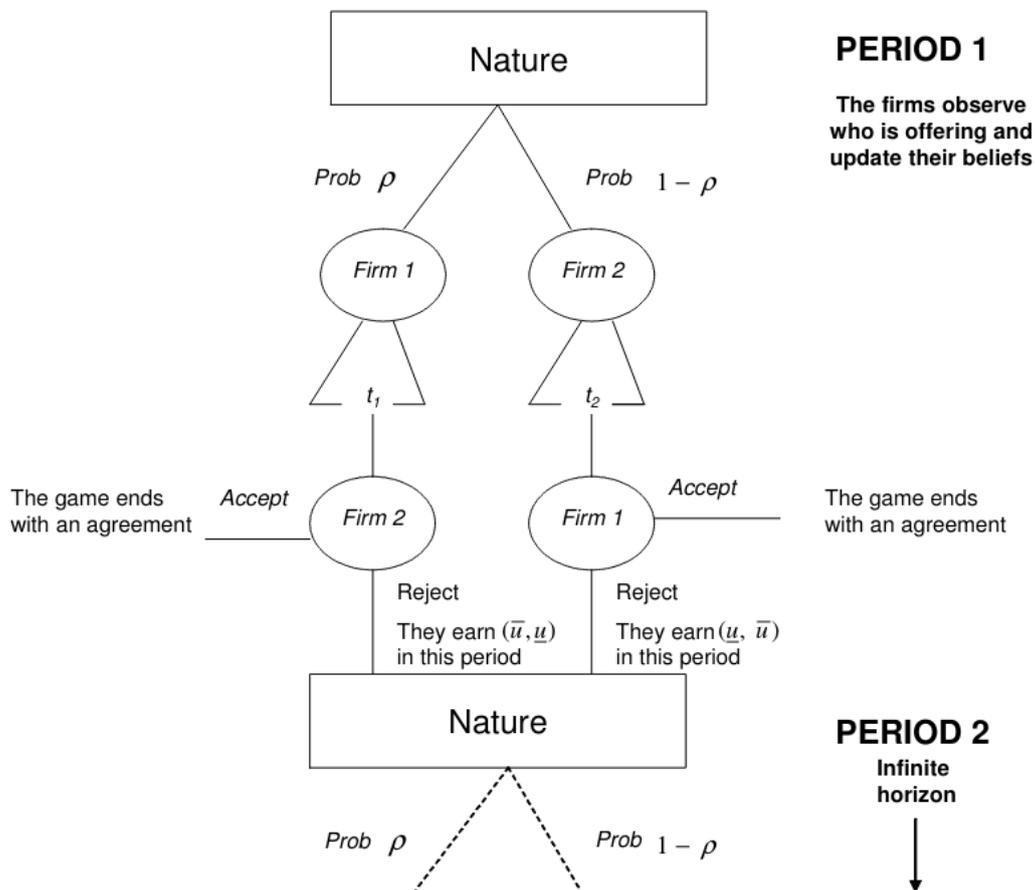


Figura 3.2 Esquema del modelo.

[Fuente: Galasso, 2007]

Siguiendo el trabajo de Yildiz (2003), Galasso asume que las creencias iniciales de las empresas sobre la posibilidad de ser reconocidas como licenciantes en cada período

sigue una distribución beta, la cual refleja la incertidumbre y variabilidad inherente a la industria sobre la que el autor realiza el estudio, la industria de los semiconductores. A partir de dichas creencias iniciales y los resultados de los litigios las empresas ajustan sus creencias sobre las probabilidades de cara al futuro, haciendo que las empresas recopilen y asimilen nueva información de cara a ajustar sus estrategias en un futuro.

El juego únicamente acaba cuando las empresas se acogen a un acuerdo de licencias cruzadas, para el cual el autor presenta algunas suposiciones. El autor asume que un acuerdo inmediato es más beneficioso por normal general para las empresas por tres motivos:

- **Descuento de ganancias futuras.** Siguiendo el principio económico básico de que el dinero se deprecia con el tiempo, el autor propone el descuento de ganancias futuras según un factor de descuento $\delta < 1$, lo cual implica que las ganancias presentes valen más que las futuras, promoviendo la adopción de un acuerdo temprano de cara a maximizar el valor presente neto de este.
- **Costes asociados a retrasos en el acuerdo.** El autor considera que si bien hay empresas que se ven beneficiadas de retrasar los acuerdos, una demora prolongada de estos en el tiempo implica altos costes asociados a los litigios y la pérdida de beneficios potenciales.
- **Estabilidad aportada por el acuerdo.** El autor considera que, una vez alcanzado el acuerdo, el continuo aprendizaje de las empresas promueve la estabilidad del acuerdo frente a la incertidumbre de posibles costes de renegociaciones futuras.

La distinción entre el clásico modelo de dos posibilidades en el que las empresas pueden optar o por acuerdos de licencias cruzadas o por litigios, y el modelo presentado, en el que además se incorpora la posibilidad de retrasar la adopción de un acuerdo de licencias cruzadas, tiene como fin estudiar el impacto que el grado de optimismo tiene sobre la rentabilidad obtenida de las negociaciones. Gracias a esta nueva posibilidad, el autor consigue relacionar no sólo la rentabilidad con el grado de optimismo, sino también el grado de especificidad de los activos de la empresa, medidos mediante la intensidad del capital de una empresa. Se halla que, para grados de especificidad de activos alto, es

decir, con altos costes hundidos en caso de tener que realizar un cambio de estrategia propiciado por la infracción de sus derechos de PI por parte de otra empresa, la solución más eficiente es la de acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas inmediatamente. Para empresas con costes hundidos moderados, este punto de máxima eficiencia se encuentra tras retrasar la firma de un acuerdo de la misma naturaleza. El autor llama a esta situación “litigio persuasivo”, ya que la empresa licenciataria usa el tiempo a su favor de cara a obtener una mayor rentabilidad.

Esto se ve claramente la **Figura 3.3**, donde la variable k supone el grado de especificidad (a mayor k , mayor especializada estará la empresa, y mayores costes hundidos tendrá que afrontar), siendo k^* el punto de cambio de estrategia de retrasos y licencias cruzadas a únicamente licencias cruzadas, y siendo \underline{k} el valor que supone un cambio de estrategia de únicamente litigar a litigar y acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas. Al ser la variable y el nivel de optimismo de ambas partes de firmar el acuerdo, podemos observar cómo este condiciona el punto de cambio de estrategia, al ser este la intersección de la curva de especificidad de los activos $y(k)$ con el grado de optimismo y . En dicha figura se puede observar cómo el retraso en las negociaciones tiene un efecto marginal decreciente sobre la rentabilidad, reflejo de la esperanza de obtener mayores beneficios en un futuro.

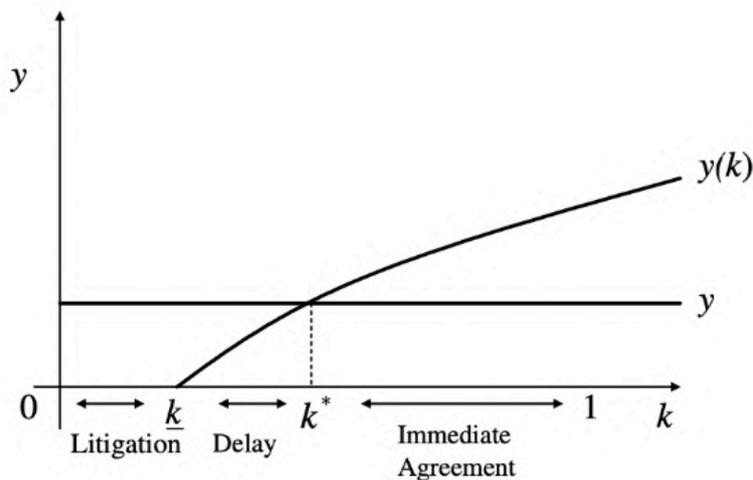


Figura 3.3 Rentabilidad de retrasar las negociaciones en términos de grado de optimismo y de especificidad de activos.

[Fuente: Galasso, 2007]

Hipótesis del modelo

- **Hipótesis 1.** El beneficio que las empresas obtienen de la a a partir del uso de una tecnología está condicionado por los ingresos asociados a esta (V), sus costes asociados (F), el nivel de competencia en el mercado del producto en el que se integran ($\alpha \in [0, 1]$), la especificidad de los activos de una empresa ($k \in [0, 1]$) y los costes asociados a los litigios en caso de denunciar el uso irregular de la tecnología (L). Por ello,

$$B_t = f(V, F, \alpha, k, L) \quad \text{[Hip. 1]}$$

Siendo B_{it} el beneficio que la empresa i obtiene de comercializar la tecnología t , y B_{jt} el beneficio que la empresa j obtiene de comercializar la tecnología t .

- **Hipótesis 2.** Las empresas compiten bajo un modelo de Cournot, es decir, que compiten en cantidades de producción con el fin de obtener el precio óptimo en función de las cantidades producidas por cada una de ellas.

$$Q_i = f(Q_j) \quad \text{[Hip. 2]}$$

$$Q_j = f(Q_i)$$

- **Hipótesis 3.** Las empresas tienen creencias (p_i para la empresa i y p_j para la empresa j) acerca de la probabilidad de que estas sean reconocidas como licenciantes que depende del nivel de optimismo general (γ). Estas creencias son cambiantes y afectan a su comportamiento durante la negociación.

$$p_i + p_j = 1 + \gamma \quad \text{[Hip. 3]}$$

En la primera iteración $p_i + p_j$ se obtienen a partir de una distribución beta de parámetros $\gamma_i, \gamma_j, \beta_i$ y β_j tal que:

$$p_i = \frac{\gamma_i}{\beta_i + \beta_j}$$

$$p_j = \frac{\gamma_j}{\beta_i + \beta_j}$$

Una vez realizada la primera iteración los parámetros se ajustan según la siguiente norma:

- Si la empresa i ha sido escogida como licenciante, γ_i y β_j se incrementan en una unidad.
- Si la empresa j ha sido escogida como licenciante, γ_j y β_i se incrementan en una unidad.

De esta manera se actualizan las creencias de las empresas de forma iterativa para reflejar el aprendizaje de estas a lo largo del juego. A partir de estos parámetros se podrá calcular el grado de optimismo general previamente mencionado.

- **Hipótesis 4.** La condición necesaria para la adopción inmediata de un acuerdo de licencias cruzadas consiste en que el nivel de optimismo general ($y(k)$) sea superior al de la iteración previa, resultando:

$$y(k) \equiv \frac{2L - \frac{F}{2}(1 - k)}{\frac{V}{2} - F(1 - k) + 2L} \geq y \quad \text{[Hip. 4]}$$

En el caso de no validarse esta condición, se concluirá que, a pesar de que las empresas alcanzarán un acuerdo, este no se materializará inmediatamente ya que habrá un período de retraso mediante el cual la empresa infractora espera conseguir más rentabilidad del propio acuerdo.

- **Hipótesis 5.** Las empresas con mayores costes hundidos tienen una mayor especificidad de activos (k), y mayores incentivos para alcanzar un acuerdo. Por ello, el beneficio obtenido por las empresas en caso de optar por infringir las leyes de PI se verá afectado por dicha variable k . Esta, al estar ligada a los costes hundidos, irá asociada al parámetro F , que son los costes asociados a la manufacturación del producto.
- **Hipótesis 6.** En el caso de que las empresas alcancen un acuerdo de licencias cruzadas, se establecerá un pago de regalías (r) de la empresa licenciataria a la

empresa licenciante. Se considerará que este pago está directamente relacionado con los beneficios que conlleva una invención, y se aproximará a partir de los ingresos que genere esta y el número de patentes en el porfolio de la empresa.

$$r = f(V_t, q) \quad \text{[Hip. 6]}$$

- **Hipótesis 7.** De cara a determinar la dirección del pago de estas regalías, se establecerá la variable μ , que tomará el valor 1 si la empresa i es licenciante, y -1 si lo fuese la empresa j . Se podrá hallar el valor de esta variable según la variable ρ , que como hemos visto antes, será mayor o igual que 0,5 si la empresa licenciante es i , y menor en el caso opuesto.

$$\begin{cases} \text{si } \rho \geq 0,5 \rightarrow \mu = 1 \\ \text{si } \rho < 0,5 \rightarrow \mu = -1 \end{cases} \quad \text{[Hip. 7]}$$

- **Hipótesis 8.** Como se ha expuesto previamente, las decisiones de las empresas tienen repercusiones sobre el bienestar social, por lo que se estudiará el beneficio de la sociedad en función de los beneficios totales generados por las empresas, bajo la suposición de que un incremento en los beneficios totales supone una creación de valor y riqueza, de acuerdo con el Objetivo N.º 8 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por ello,
 - o Beneficio total por período si las empresas llegan a un acuerdo:

$$B_i + B_j = \alpha_i(V_i - F_i) + \alpha_j(V_j - F_j) \quad \text{[Hip. 8]}$$

- o Beneficio total por período si las empresas no llegan a un acuerdo:

$$B_i + B_j = \frac{\alpha_i}{2}(2V_i - F_i(1 + k_i)) + \frac{\alpha_j}{2}(2V_j - F_j(1 + k_j)) - L_i - L_j$$

Matriz de pagos del modelo

A continuación se expondrá la matriz de pagos π a partir de la cual se realizará la aplicación práctica del modelo elaborado. En esta matriz se observan dos estrategias

principales: las de tipo 1 (E1 y E1') y las de tipo 2 (E2 y E2'). Las estrategias de tipo 1 representan las situaciones en la que las empresas deciden infringir la PI de la empresa licenciante, y las de tipo 2 aquellas que en las que deciden acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas.

		EMPRESA j	
		E1' (Litigiar)	E2' (Licencias cruzadas)
EMPRESA i	E1 (Litigiar)	$\left(\frac{\alpha_i}{2}(V_i - F_{it}) - \frac{\alpha_i k_i F_{it}}{2} - L_i,\right.$ $\left.\frac{\alpha_j}{2}(V_j - F_{jt}) - \frac{\alpha_j k_j F_{jt}}{2} - L_j\right)$	$\left(\frac{1 - \alpha_i}{2}(V_i - F_{it}) - L_i,\right.$ $\left.\frac{1 + \alpha_j}{2}(V_j - F_j) - L_j\right)$
	E2 (Licencias cruzadas)	$\left(\frac{1 + \alpha_i}{2}(V_i - F_{it}) - L_i,\right.$ $\left.\frac{1 - \alpha_j}{2}(V_j - F_j) - L_j\right)$	$\left(\frac{\alpha_i(V_{it} - F_{it})}{2} + \mu r_i, \frac{\alpha_j(V_{jt} - F_{jt})}{2} - \mu r_j\right)$

Figura 3.4 Matriz de pagos π del modelo propuesto.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

En la matriz se observa cómo la situación con mayor beneficio conjunto es aquella que incorpora un acuerdo de licencias cruzadas, aunque conlleva que un pago en forma de regalías de la empresa licenciataria a la licenciante, reduciendo su beneficio total. También se puede observar cómo en la situación en la que una empresa se decide a infringir los derechos de PI de la otra, mientras que esta opta por proponer un acuerdo de licencias cruzadas supone mayores beneficios para la empresa infractora; y que en el caso en el que ambas empresas decidan infringir los derechos de PI de la competidora, ambas recibirán los menores beneficios que en cualquier otra de las situaciones.

Sin embargo, se ha de mencionar que los pagos de esta matriz dependerán en gran medida del producto sobre el que se centra el juego y sobre cada empresa en particular, de ahí los parámetros α y k . Gracias a esto se busca hacer un estudio más detallado y concreto de la situación.

Asimismo, se expone la matriz Ω bajo la cual se mide el beneficio social según el resultado de la negociación.

		EMPRESA i Y EMPRESA j	
		Las empresas llegan a un acuerdo	Si las empresas se envuelven en un proceso de litigios
SOCIEDAD		$\alpha_i(V_i - F_i) + \alpha_j(V_j - F_j)$	$\frac{\alpha_i}{2}(2V_i - F_i(1 + k_i)) + \frac{\alpha_j}{2}(2V_j - F_j(1 + k_j)) - L_i - L_j$

Figura 3.5 Matriz de pagos Ω del modelo propuesto.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

A partir de esta matriz se observa que el beneficio de la sociedad será mayor siempre que las empresas lleguen a un acuerdo en lugar de optar por la vía de los litigios.

3.3. RESUMEN Y CONCLUSIONES

A lo largo de este capítulo se ha expuesto el modelo que se empleará en el estudio de las licencias cruzadas como solución a las marañas de patentes presentes en industrias de gran complejidad tecnológica. Este modelo está basado en el publicado por Alberto Galasso en 2007, abordando problemas que otros modelos ignoran, como el nivel de optimismo general y de ambas empresas a la hora de negociar un acuerdo sobre licencias cruzadas, o cómo la especificidad de los activos de una empresa puede condicionar el transcurso y resultado de las negociaciones.

En el modelo propuesto se contemplan dos estrategias que cada empresa puede seguir: proponer la adopción de un acuerdo de licencias cruzadas u optar por infringir la PI de la empresa competidora, arriesgándose a ser condenada por ello. A pesar de que esta última opción conlleve ganancias superiores a las de la competencia en caso de que esta se decida por la estrategia de las licencias, resulta la peor de las estrategias si la empresa competidora actúa de la misma manera. Con este planteamiento se pretende ejemplificar el valor de la Teoría de Juegos a la hora de estudiar comportamientos de dos jugadores que repercuten el uno en el otro.

Además, el modelo evaluará los posibles retrasos estratégicos que pueden surgir en la negociación de licencias cruzadas debido a la especificidad de los activos de la parte infractora, ejemplificando así cómo afectan las estructuras individuales de las empresas a las negociaciones, creando un modelo más completo que nos ayude a predecir mejor los resultados del mismo.

También se estudiará cómo afectan las estrategias adoptadas por las empresas al conjunto de la sociedad y a partir de qué acuerdos se ve más beneficiada. Se realizará este estudio considerando la sociedad como un jugador pasivo cuyos pagos dependan de las estrategias tomadas por los otros dos jugadores.

En el siguiente capítulo se aplicará el modelo propuesto a un caso de la vida real, estudiando el comportamiento de empresas que actualmente se ven afectadas por las marañas de patentes.

CAPÍTULO IV: El Caso Del Neumático

A lo largo de este capítulo se realizará la aplicación del modelo presentado en el anterior capítulo a un caso de la vida real. Para ello se estudiará el sector de los neumáticos por motivos que se presentarán a lo largo del capítulo.

Para la aplicación a la vida real de este modelo se empleará un programa informático elaborado con Python que recibirá ciertos datos de entrada, cuya obtención se clarificará más adelante, y simulará una situación dinámica de competencia entre las empresas en las que estas podrán optar por acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas o litigar en contra de la competencia.

4.1. PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Durante los últimos años, bajo la amenaza del cambio climático, varios sectores han sufrido una profunda transformación de cara a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Esta transformación pasa necesariamente por el ámbito de la innovación, para poder hacer frente a problemas del presente y del futuro. Entre estos sectores, destaca el a veces olvidado sector de los neumáticos, en el cual muchas de las grandes empresas del sector han comenzado a investigar compuestos más limpios para elaborar sus productos y reducir así las emisiones tanto de gases de efecto invernadero como de los microplásticos que conforman sus productos. Asimismo, también se han incrementado los esfuerzos en el desarrollo de tecnologías que mejoren la eficiencia de los neumáticos, las cuales permiten a los vehículos ahorrar en el consumo de combustible. Entre estas tecnologías destacan los neumáticos sin aire, los cuales reducen los costes de mantenimiento y repuesto gracias a su extensa vida; los neumáticos inteligentes (*smart tires*) que permiten una mejor medición en tiempo real de los parámetros que afectan al mismo (presión, temperatura, desgaste, etc.); o diseños asimétricos del dibujo del neumático, mediante los cuales se mejoran el agarre, la respuesta y la longevidad de estos.

Durante el año 2022, los fabricantes de neumáticos realizaron una inversión de 6 billones de euros en materia de investigación, desarrollo e innovación (i+D+I), proviniendo mayormente de empresas europeas, quienes invirtieron 3,8 billones de euros (63.9% del total), seguidas por las japonesas, quienes lo hicieron mediante 1,1 billones

de euros (18,3% del total)⁴⁸. En la **Figura 4.1** presentada a continuación se puede observar la situación actual del mercado de neumáticos, tanto a nivel de ingresos como de gastos en i+D+I. Cabe mencionar que Continental, siendo la empresa con mayores ingresos de las expuestas, recibe la mayor parte de estos de actividades ajenas a la venta de neumáticos, suponiendo estos un 35% de sus ventas totales, mientras que en el resto de empresas esta actividad no baja del 85% de los ingresos totales.

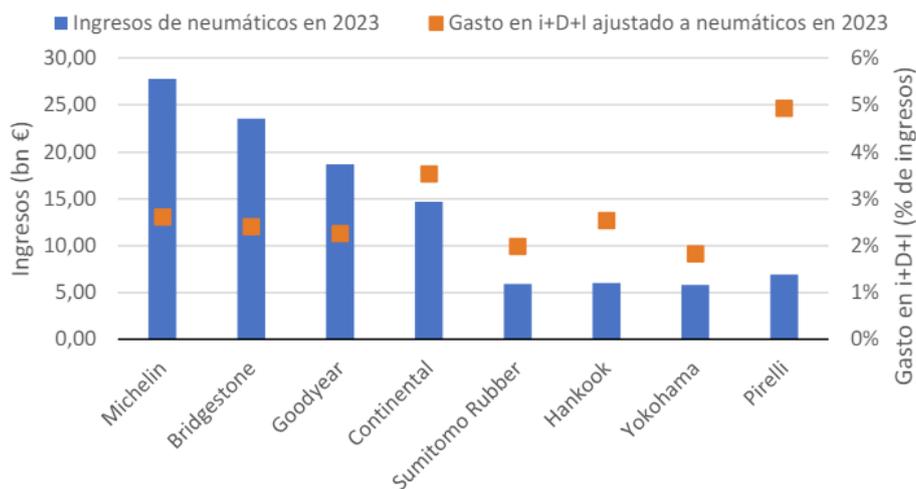


Figura 4.1 Ingresos y gasto en i+D+I de las principales empresas de neumáticos.

[Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Investing.com y cuentas de resultados de las empresas, 2024]

Tras realizar el ajuste acerca de los ingresos generados únicamente por la comercialización de neumáticos, las empresas más grandes en cuanto a ventas se muestran en la **Figura 4.2**.

⁴⁸ European Commission, Joint Research Centre, 2023

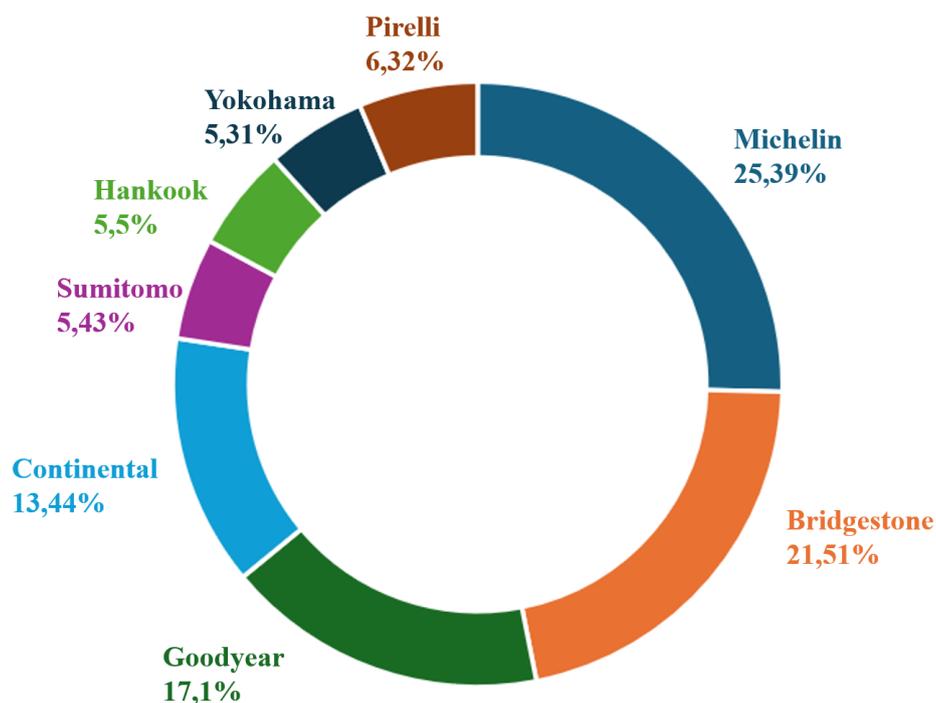


Figura 4.2 Empresas más grandes del sector según ingresos relacionados a la venta de neumáticos.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

El sector de los neumáticos está viviendo una transformación profunda en lo que a la actividad inventiva se refiere, enfatizando políticas de desarrollo del conocimiento orientado hacia la digitalización de sus productos con el fin de ofrecer servicios personalizados y de alta conectividad entre sí para sus clientes mediante el uso de nuevas tecnologías⁴⁹. Gracias a estas políticas, las empresas confían en superar los retos que traen consigo tanto el cambio climático como el avance de las nuevas tecnologías, las cuales han acelerado la difusión de innovaciones, incrementando la competencia en el sector y otorgando mayor importancia a la actividad inventiva a la hora de obtener una ventaja sobre los competidores⁵⁰.

Como ya hemos visto en anteriores capítulos, un incremento en la cantidad de patentes presentadas y concedidas lleva irremediablemente a un mayor número de situaciones de bloqueo de patentes y a conflictos legales por las mismas. Es por ello que,

⁴⁹ Chicu et al., 2020

⁵⁰ Sobolieva & Holionko, 2021

viendo el desarrollo de la innovación en el sector de los neumáticos, parece propicio realizar un estudio que no sólo ayude a arrojar algo de luz sobre este tema, sino que también pueda ayudar a hacer estos intercambios de conocimiento más eficientes para así asegurar un correcto progreso de la innovación en el sector.

4.2. APLICACIÓN DEL MODELO

4.2.1. Naturaleza del juego

Para evaluar las situaciones competencia entre dos empresas del estudio, se ha validado el modelo propuesto en el capítulo anterior, elaborando un programa informático a través de Python que procese los datos de entrada del modelo y construya una matriz de pagos a partir de los mismos. Asimismo, el programa evaluará el aprendizaje de las empresas a lo largo del juego, actualizando sus creencias según transcurre este.

El programa consiste en un juego iterado en el que en cada iteración una de las empresas es escogida aleatoriamente como licenciante con una probabilidad ρ y la otra como licenciataria, con una probabilidad $(1-\rho)$. En base a qué empresa haya sido escogida como licenciante, las empresas actualizan en cada iteración sus creencias (inicialmente aleatorias) acerca de la probabilidad con la que consideran que van a ser elegidas licenciantes en la siguiente iteración, según **[Hip. 3]**. A partir de estas creencias se determina un nivel de optimismo general (y), según **[Hip. 3]**, que se irá actualizando en cada iteración según se actualicen las creencias de las empresas.

El programa recibe unos datos de entrada o *inputs* ($V_i, F_i, \alpha_i, k_i, q_i, r_i, V_j, F_j, \alpha_j, k_j, q_j, r_j$) a partir de los cuales calcula los costes asociados a los litigios de cada empresa (L_i, L_j) existentes en caso de que alguna de las empresas viole los derechos de PI de la otra. A partir de los datos de entrada también se calcula un nivel de optimismo límite ($y_i(k), y_j(k)$) para cada empresa según **[Hip. 4]**, que refleja el grado de optimismo con el cual las empresas ven la interacción con la empresa competidora. Este nivel de optimismo supone la barrera a superar de cara a la finalización del juego. Una vez que este nivel de optimismo general (y) ha superado los límites de optimismo de cada empresa ($y_i(k), y_j(k)$) el juego se dará por finalizado y se expondrá la matriz de pagos final elaborada según la **Figura 3.4**. Mediante este mecanismo se busca reflejar cómo las empresas actualizan sus esperanzas de obtener beneficios a partir de las interacciones con otras empresas cuando

dichas interacciones son recurrentes en el tiempo, reflejando así el aprendizaje dinámico de las empresas. Asimismo, se expondrá el beneficio que obtendrá la sociedad en caso de que ambas empresas lleguen a un acuerdo de licencias cruzadas, reflejada en la **Figura 3.5**.

		EMPRESA <i>j</i>	
		E1' (Litigiar)	E2' (Licencias cruzadas)
EMPRESA <i>i</i>	E1 (Litigiar)	$\left(\frac{\alpha_i}{2}(V_i - F_{it}) - \frac{\alpha_i k_i F_{it}}{2} - L_i,\right.$ $\left.\frac{\alpha_j}{2}(V_j - F_{jt}) - \frac{\alpha_j k_j F_{jt}}{2} - L_j\right)$	$\left(\frac{1 - \alpha_i}{2}(V_i - F_{it}) - L_i,\right.$ $\left.\frac{1 + \alpha_j}{2}(V_j - F_j) - L_j\right)$
	E2 (Licencias cruzadas)	$\left(\frac{1 + \alpha_i}{2}(V_i - F_{it}) - L_i,\right.$ $\left.\frac{1 - \alpha_j}{2}(V_j - F_j) - L_j\right)$	$\left(\frac{\alpha_i(V_{it} - F_{it})}{2} + \mu r_i, \frac{\alpha_j(V_{jt} - F_{jt})}{2} - \mu r_j\right)$

Figura 3.4 Matriz de pagos π del modelo propuesto.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

		EMPRESA <i>i</i> Y EMPRESA <i>j</i>	
		Las empresas llegan a un acuerdo	Si las empresas se envuelven en un proceso de litigios
SOCIEDAD	$\alpha_i(V_i - F_i) + \alpha_j(V_j - F_j)$	$\frac{\alpha_i}{2}(2V_i - F_i(1 + k_i))$ $+ \frac{\alpha_j}{2}(2V_j - F_j(1 + k_j)) - L_i - L_j$	

Figura 3.5 Matriz de pagos Ω del modelo propuesto.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

A continuación se expondrá cómo se han estimado los datos de cada empresa para el desarrollo del juego. Cabe mencionar que se ha supuesto que el sector de los neumáticos está compuesto únicamente por ocho empresas, lo que afectará principalmente a la cuota de mercado de cada una de ellas.

- V = Ingresos asociados a la actividad de venta de neumáticos, en billones de euros. Obtenido como los ingresos totales anuales en 2023 multiplicado por el porcentaje de ventas de neumáticos sobre el negocio total.

- **F** = Gastos de bienes vendidos asociados a la venta de neumáticos, en billones de euros. Obtenido como los gastos de bienes vendidos en 2023 multiplicado por el porcentaje de ventas de neumáticos sobre el negocio total.
- **α** = Competitividad en el mercado de los neumáticos como porcentaje de cuota de mercado.
- **k** = Especificidad de los activos, como porcentaje de los ingresos asociados a neumáticos sobre los ingresos totales.
- **q** = Número de patentes aceptadas de cada productor entre 2014 y 2024
- **r** = regalías a pagar entre jugadores como, en billones de euros. Obtenido como el producto de los ingresos brutos por el porcentaje de gastos de la empresa en i+D+I.
- **L** = Coste de los litigios asociados a la infracción de las leyes de PI. Obtenido como el producto de la competitividad de una empresa en el mercado, sus ingresos asociados a la venta de neumáticos, las patentes aceptadas en la última década dividido por el total de patentes de la empresa y la competidora. De esta forma, los costes de litigios a pagar dependen tanto de la empresa que se aprovecha de la PI ajena como de la magnitud de la información obtenida. Matemáticamente:

$$L_i = \alpha_i \times V_i \times \frac{q_i}{q_i + q_j} \quad [Ec. 4.1]$$

$$L_j = \alpha_j \times V_j \times \frac{q_j}{q_i + q_j}$$

Los datos pertinentes se han obtenido de las cuentas de resultados anuales correspondientes al año 2023.

4.2.2. Resolución del juego

Mediante el modelo expuesto en el tercer capítulo y el programa presentado en el apartado anterior se procede a realizar un estudio de las interacciones dos a dos de las ocho principales empresas del sector, dando lugar a:

$$\binom{8}{2} = \frac{8!}{2! \times (8-2)!} = \frac{8!}{2! \times 6!} = 28 \text{ combinaciones}$$

Para realizar el estudio, se seleccionan dos de las ocho empresas del juego y se procede a la simulación. De esta simulación se obtiene la matriz de pagos de cada uno de

los juegos, los beneficios de la sociedad, las iteraciones del juego en las que se ha alcanzado el acuerdo y la posición de licenciante/licenciataria de cada empresa en esta última iteración. Como ejemplo se proporcionan las matrices de pago del caso en el que Pirelli compite contra las otras siete empresas del sector:

		Pirelli	
		E1'	E2'
Michelin	E1	(-4.987, -0.144)	(-0.585, 2.262)
	E2	(1.393, 1.967)	(0.759, 0.356)
Bridgestone	E1	(-3.739, -0.078)	(0.275, 2.328)
	E2	(2.215, 2.032)	(1.2, -0.087)
Goodyear	E1	(-1.814, -0.254)	(0.578, 2.151)
	E2	(1.136, 1.856)	(0.509, 0.074)
Continental	E1	(-1.398, -0.065)	(0.022, 2.34)
	E2	(0.443, 2.045)	(0.44, -0.164)
Sumitomo Rubber	E1	(-0.229, -0.123)	(0.601, 2.282)
	E2	(0.69, 1.987)	(-0.185, 0.186)
Hankook	E1	(-0.197, -0.281)	(0.186, 2.125)
	E2	(0.215, 1.829)	(-0.216, 0.161)
Yokohama	E1	(-0.198, -0.154)	(0.763, 2.252)
	E2	(0.865, 1.957)	(-0.179, 0.183)

Figura 4.3 Matrices de pagos de Pirelli contra las demás empresas del sector.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

En las matrices de pagos se puede observar los pagos que recibe cada empresa en función del resultado final del juego, y cómo afectan las decisiones de una empresa a los resultados de la otra.

En la **Figura 4.4** se observan los distintos pagos que obtiene Pirelli según la estrategia seguida. No se debe olvidar que al estar estudiándose un juego de interdependencia, la situación final también depende de la estrategia seguida por la contraparte de Pirelli.

Beneficios y pérdidas asociados a las estrategias de Pirelli

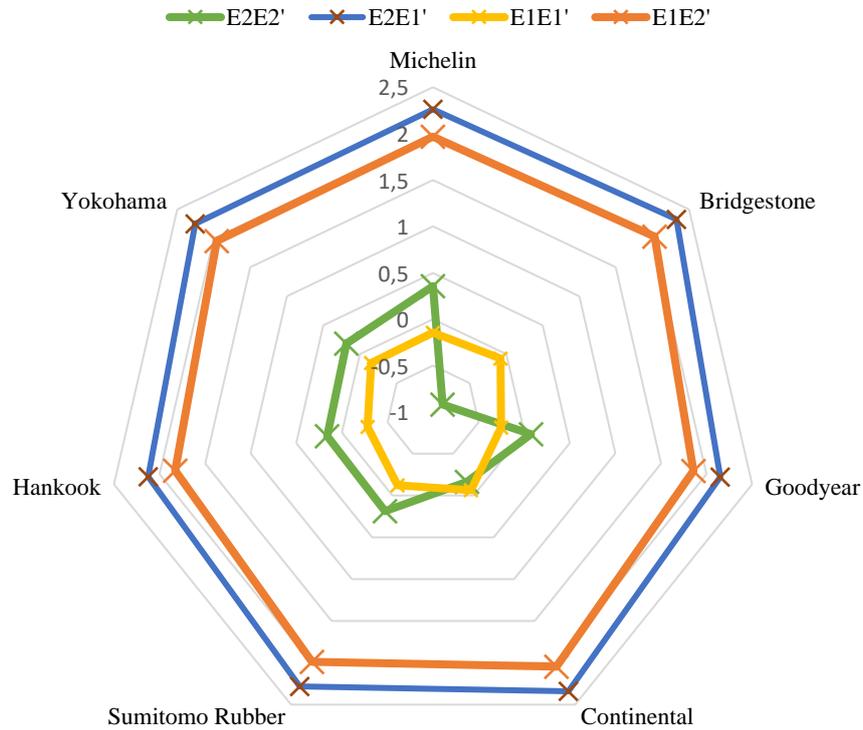


Figura 4.4 Beneficios y pérdidas asociados a las estrategias de Pirelli.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

A partir de las 28 matrices de pagos se observa que existen cuatro juegos en los cuales el equilibrio perfecto de Nash - definido como un perfil de estrategias en el cual la estrategia de cada jugador es la mejor respuesta a las estrategias elegidas por los otros jugadores - se encuentra en la estrategia en la cual las dos empresas optan por acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas de patentes. En estas situaciones la decisión que más beneficio aporta individualmente a una empresa es independiente de la decisión tomada por la otra, es decir, en cualquier caso, la empresa va a obtener más beneficio siguiendo una estrategia en concreto. Para desarrollar más en profundidad el juego se estudiarán los casos en los que esta decisión coincide en las dos empresas y es la opción de acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas (E2, E2'), y cómo afectaría la formación de una alianza entre las dos partes del juego frente al resto del mercado. Las posibles alianzas son: Michelin-Bridgestone, Michelin-Hankook, Bridgestone-Hankook, Continental-

Hankook. Las matrices de pagos de estos cuatro juegos se exponen a continuación, el equilibrio de Nash se trata de la celda verde:

		Bridgestone	
		E1'	E2'
Michelin	E1	(-3.967, -3.761)	(0.436, 2.192)
	E2	(2.414, 0.252)	(1.224, 0.762)
Sociedad		3918.08	

		Hankook	
		E1'	E2'
Michelin	E1	(-7.257, -0.198)	(-2.854, 0.214)
	E2	(-0.876, 0.185)	(0.976, 0.222)
Sociedad		2006.48	

		Hankook	
		E1'	E2'
Bridgestone	E1	(-4.989, -0.173)	(-0.976, 0.239)
	E2	(0.964, 0.21)	(0.957, 0.249)
Sociedad		1968.8	

		Hankook	
		E1'	E2'
Continental	E1	(-1.852, -0.169)	(-0.431, 0.243)
	E2	(-0.011, 0.214)	(0.197, 0.326)
Sociedad		449.27	

Figura 4.5 Matrices de pagos en las que el equilibrio de Nash pasa por acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

4.2.3. Análisis de resultados entre empresas

Tras analizar los resultados obtenidos de las matrices de pago del juego previamente expuesto se han obtenido varias conclusiones:

En primer lugar, se observa cómo la situación en la que dos empresas litigan la una contra la otra por infracciones de su competidora en materias de PI es la situación que mayor pérdida supone para ambas empresas debido al gran coste asociado a los litigios.

Seguidamente, se observa cómo para algunas empresas, el hecho de tener un gran porcentaje de gasto en i+D+I y por ello tener que pagar un alto coste de regalías, supone una pérdida de beneficios en comparación con la opción de infringir las leyes de PI mientras que su competidor decide seguirlas, convirtiendo a esta en la situación más beneficiosa a nivel individual.

Es llamativo el caso de Hankook, la empresa con menor número de patentes aceptadas en los últimos diez años (tan solo 607, comparadas con las 5720 de la primera empresa en este ámbito, Continental). Al estudiar las interacciones entre Hankook y las empresas con mayor número de patentes aceptadas, se observa cómo estas en el caso de infringir las leyes de PI obtienen beneficios negativos ya que al tener Hankook un portfolio

de patentes tan pequeño, tienen poco que ganar. Por ello, su estrategia dominante siempre debe ser la de cumplir con la legalidad e intentar acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas.

Finalmente, se han de mencionar cómo afectan estos juegos entre patentes a la sociedad. Esta se ve beneficiada en todos los casos, ya que la cooperación entre empresas en materia de PI conlleva un mayor desarrollo del conocimiento y con él una mayor velocidad en los avances de la tecnología. Una mejora de las tecnologías existentes supone tanto productos de mayor calidad como un abaratamiento de los productos ya existentes gracias a la automatización y mejora de procesos. En el modelo se refleja cómo la sociedad se ve beneficiada en mayor medida cuando dos empresas de gran tamaño colaboran entre sí por dos motivos: el primero ya que la cantidad de conocimiento compartido será mayor, y el segundo ya que, al ser las empresas que más ingresos generan, son las que mayor impacto tendrán en el caso de poder abaratar los costes de sus productos.

4.2.4. Análisis del aprendizaje dinámico

Se ha analizado el aprendizaje que ambas empresas tienen a lo largo de los juegos. Como se expuso previamente, las empresas actualizan sus creencias acerca de la posibilidad de ser elegidas o no como licenciantes en base a los resultados de las iteraciones anteriores, y no es hasta que el nivel de optimismo general supera los límites de optimismo de ambas empresas que el juego no termina. Para elaborar un análisis de este aprendizaje se estudia el número de iteraciones que tarda en finalizar cada uno de los 28 juegos estudiados inicialmente. La conclusión principal que se obtiene es que existen dos vías principales de resolución del juego: que las empresas resuelvan el enfrentamiento de manera muy rápida (en la primera iteración) o que la resolución se alargue en exceso (por encima de las 20 repeticiones). Para ejemplificar esta conclusión a continuación se exponen los datos y una distribución gráfica de la muestra del número de iteraciones de los juegos estudiados:

Media	Moda	Mediana	Desviación estandar	Oblicuidad (Skewness)	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75
9,440195781	1	20,5	56,72633413	3,70614019	1	20,5	33,25

Figura 4.6 Estadísticas de la muestra de número de iteraciones.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

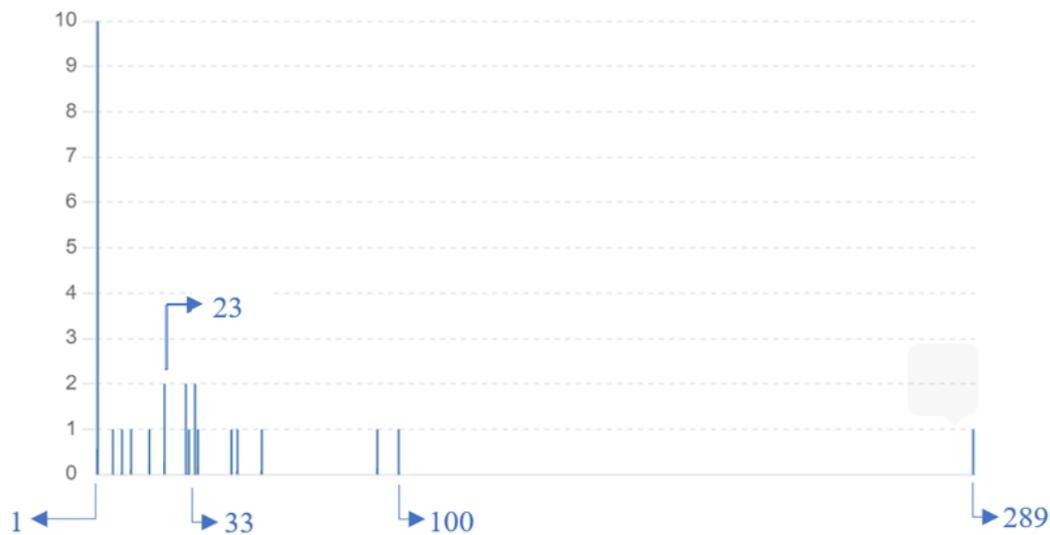


Figura 4.7 Representación gráfica de la frecuencia del número de iteraciones.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

Se puede observar la predominancia clara del número 1 como el número de iteraciones más frecuente, con varios números entre las veinte y cincuenta iteraciones, con algún *outlier* como el caso de las 289 iteraciones. Así se ejemplifica la tesis de que cuando dos empresas se ven con posibilidades muy similares de verse elegidas como licenciantes, y así obtener beneficios en lugar de pagar regalías en caso de alcanzarse un acuerdo de licencias cruzadas, la negociación se puede extender hasta la ineficiencia. Sin embargo, en el caso contrario, cuando una empresa cree con más probabilidad que su competidora que será escogida como licenciante, las negociaciones se resuelven velozmente.

La consideración de la agilidad con la que se van a resolver unas negociaciones o disputas acerca de la PI son fundamentales a la hora de planear una estrategia para afrontar las mismas. Esto es especialmente crítico en industrias como la de los neumáticos, en la que el desarrollo tecnológico avanza rápidamente, ya que la prolongación de una disputa en el tiempo acerca de una tecnología que al acabar la disputa puede quedar obsoleta redundando en ineficiencias y pérdidas para ambas partes. Por ello, las empresas deben ser conscientes de la situación que afrontan y, más importante si cabe, cómo la afronta la empresa competidora.

4.2.5. Análisis de las alianzas entre empresas

A partir de las situaciones de equilibrio de Nash presentes en las interacciones iniciales entre las empresas se estudia cómo afectaría la formación de alianzas entre las empresas que llegan a un acuerdo al mercado. Las alianzas del estudio son: Michelin-Bridgestone, Michelin-Hankook, Bridgestone-Hankook, Continental-Hankook.

La conclusión más evidente que se obtiene del estudio es que según se incrementa el tamaño de la empresa se reducen los incentivos de esta para infringir las leyes de PI, ya que con un porfolio mayor que el inicial, la empresa tiene más que perder y menos que ganar. Por este mismo motivo las empresas con porfolios de patentes mucho menores que aquellos de las empresas más grandes tienen mayor incentivo para infringir dichas leyes, hasta el punto de que en varios de los casos del estudio la opción más lucrativa para la empresa pequeña sea la de infringir las leyes de PI siempre que la empresa competidora las respete.

Asimismo, se da la formación de nuevos equilibrios de Nash, los cuales surgen de las interacciones con empresas con mayores ingresos y grandes porfolios de patentes, al contrario que en el estudio previo, donde en tres de las cuatro ocasiones la empresa con la que se llega al equilibrio es aquella con el menor porfolio de patentes, Hankook. Una posible explicación para este cambio de paradigma es que, según las empresas aumentan de tamaño pasan de tener que licenciar con empresas pequeñas debido a que la alternativa de litigar es muy costosa en comparación con los beneficios obtenidos, a, gracias a su mayor tamaño, poder favorecer el crecimiento orgánico y el desarrollo del conocimiento a partir de acuerdos con empresas que tengan más conocimiento que aportar que aquellas con pequeños porfolios de patentes e ingresos.

Esta explicación casa bien con el hecho de que el beneficio que obtiene la sociedad se incrementa en estas nuevas interacciones, ya que, como se ha expuesto previamente, al favorecer el desarrollo tecnológico y del conocimiento, se abaratan los costes de los productos ya existentes y se desarrollan nuevos productos, lo cual tiene mayor efecto si la empresa encargada de comercializar ambos tipos de productos, nuevos y existentes, es mayor. Además, esta situación concuerda con el concepto de economías de escala, aquellas en el que el coste de los productos fabricados decrece con el incremento en la producción, redundando positivamente en la sociedad.

Sin embargo, no se debe olvidar que, debido a la formación de estas alianzas se puede incurrir en una posición de abuso de posición dominante, ya que la cuota de mercado de estas nuevas uniones es significativamente mayor que las originales, convirtiéndose en todos los casos en la empresa con mayor cuota de mercado, rozando el 50% en un caso en particular (Michelin-Bridgestone). De esta información se deriva que las oportunidades de crecimiento inorgánico dentro del sector son muy altas.

4.3. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este capítulo se ha validado el modelo expuesto en el tercer capítulo mediante su aplicación a un caso práctico del sector de los neumáticos.

Primero se ha expuesto la conveniencia de realizar un estudio centrado en la PI y el desarrollo del conocimiento en este sector en específico, revisando la situación actual del mismo, tendencias dentro del sector y la necesidad de la innovación continua por parte de las empresas que lo conforman.

Seguidamente se han presentado los datos de entrada del modelo y su forma de obtención, para a su vez explicar la naturaleza del programa informático empleado para validar el modelo. A partir de estos datos se han obtenido las matrices de pago de todas las interacciones de las ocho empresas principales del sector, para después evaluar si existía alguna posición de equilibrio de Nash. A la vez, se ha analizado el aprendizaje continuo que experimentan las empresas partícipes del proceso de negociación para obtener conclusiones acerca de la naturaleza del mismo.

Finalmente se ha realizado un estudio acerca de cómo afectaría al mercado la formación de alianzas entre las empresas que conformaban los distintos equilibrios de Nash presentes en el estudio de mercado. Se ha evaluado la competencia directa con cada una de las seis empresas restantes del mercado, para así obtener las posibles estrategias o puntos de equilibrio de estas situaciones.

Además del análisis empresarial también se ha estudiado cómo se vería afectada la sociedad por la formación de un acuerdo de licencias cruzadas en cada uno de los casos de estudio, y en cuáles de estos se ve más beneficiada.

En el siguiente capítulo se presentará una memoria económica que consistirá en el análisis cuantitativo de cómo se ven afectadas económicamente las empresas en estos casos.

CAPÍTULO V: Evaluación Económica Y Comentario

De Los Resultados

En este capítulo se expondrá el impacto económico que suponen las decisiones tomadas por las empresas: acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas o infringir las leyes de PI. Para ello se evaluarán tanto los costes asociados a los litigios como aquellos asociados a las regalías que se han de pagar en caso de acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas.

5.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

A partir del modelo presentado en el capítulo tercero y con los datos obtenidos de su aplicación en el capítulo anterior, se evaluará cómo afectan las decisiones de las empresas a sus cuentas de resultados. Se estudiará el coste asociado a los litigios incurridos cuando una empresa o su competidora infringen las leyes de PI, lo que supone una merma económica para las mismas. Asimismo, se estudiarán los costes asociados a un acuerdo de licencias cruzadas a partir de los datos de las regalías pagadas entre empresas.

5.1.1. Pagos obtenidos

Las infracciones de las leyes de PI conllevan unos costes conocidos como litigios, que anteriormente se estimaron como:

$$L_i = \alpha_i \times V_i \times \frac{q_i}{q_i + q_j}$$
$$L_j = \alpha_j \times V_j \times \frac{q_j}{q_i + q_j}$$

[Ec. 5.1]

A partir de esta ecuación se puede observar cómo los litigios dependen de una empresa y de su competidora, por lo que no son comunes a todas las empresas. Por ello se ha elaborado una tabla cruzada, expuesta en la **Figura 5.1**, en la que se observan qué costes incurren las empresas en función de su competencia.

Coste de los litigios por empresa

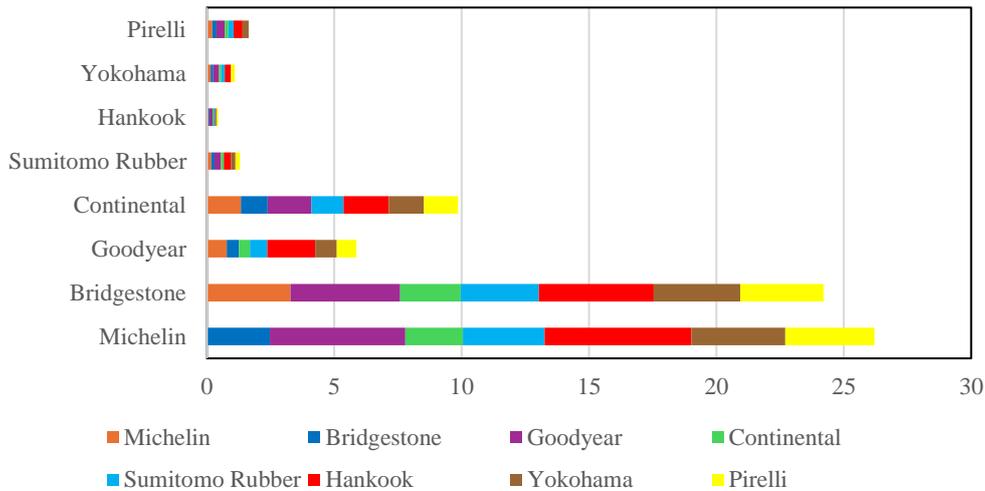


Figura 5.1 Gastos de las empresas en caso de verse envueltas en litigios, desglosado por empresa competidora.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

En esta tabla se observa cómo las empresas de mayor tamaño y con mayores portafolios de patentes tienen mayores costes asociados a litigios en caso de infringir las leyes de PI. Este hecho refleja cómo afectan los costes hundidos a la hora de evaluar la conveniencia o no de alcanzar un acuerdo.

La improductividad de estos costes asociados a los litigios hace de ellos una merma para el desarrollo de la innovación y la actividad inventiva, impidiendo una asignación de recursos más eficiente y destinada al desarrollo natural de las actividades de la empresa. Sin embargo, esto no es cierto en el caso de las regalías, ya que estos pagos permiten el acceso a información previamente restringida.

Las regalías, igual que los costes de litigios dependen directamente de la empresa con la cual se alcance un acuerdo, y para su integración en el modelo se han estimado de la siguiente forma:

$$r_i = \text{Beneficio bruto}_i \times \% \text{ del gasto en } i + D + I_i$$

$$r_j = \text{Beneficio bruto}_j \times \% \text{ del gasto en } i + D + I_j$$

[Ec. 5.2]

A partir de estas expresiones se hallan los gastos asociados a las regalías que las empresas incurren al adoptar acuerdos de licencias cruzadas con otras empresas, como se exponen en la **Figura 5.2**. Sin embargo, se ha de mencionar que estos gastos en la mitad de los casos son ingresos, ya que se considera que únicamente la empresa licenciataria incurre un gasto de regalías, mientras que la empresa licenciante obtiene un ingreso de las mismas. A pesar de esto se estudiarán las regalías como si estas supusiesen un gasto para así poder hacer una comparación apropiada con los gastos de litigios.

Regalías (millones de EUR)	Michelin	Bridgestone	Goodyear	Continental	Sumitomo Rubber	Hankook	Yokohama	Pirelli	Total
	207,78	234,69	73,83	311,55	38,22	13,19	35,10	229,68	1144,05

Figura 5.2 Gastos en regalías de cada empresa.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

A partir de esta información podemos comprender mejor la **Figura 5.3** y la **Figura 5.4**, que muestran los mejores y peores pagos normalizados que cada empresa puede obtener de la competición con las demás.

Mejor pago	Michelin	Bridgestone	Goodyear	Continental	Sumitomo Rubber	Hankook	Yokohama	Pirelli
Michelin		0,765	0,311	0,833	0,520	0,281	0,355	0,422
Bridgestone	0,690		0,348	1,000	0,764	0,277	0,654	0,698
Goodyear	0,331	0,435		0,433	0,366	0,043	0,312	0,335
Continental	0,833	0,196	0,049		0,127	0,019	0,086	0,102
Sumitomo Rubber	0,520	0,201	0,159	0,205		0,153	0,182	0,185
Hankook	0,028	0,037	0,000	0,063	0,028		0,024	0,026
Yokohama	0,244	0,259	0,217	0,262	0,248	0,210		0,244
Pirelli	0,714	0,736	0,676	0,740	0,720	0,668	0,710	

Figura 5.3 Mejor pago normalizado que cada empresa puede obtener.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

Peor pago	Michelin	Bridgestone	Goodyear	Continental	Sumitomo Rubber	Hankook	Yokohama	Pirelli
Michelin		0,459	0,061	0,484	0,357	0,000	0,289	0,317
Bridgestone	0,488		0,346	0,616	0,518	0,316	0,473	0,491
Goodyear	0,757	0,800		0,807	0,772	0,603	0,750	0,759
Continental	0,816	0,856	0,764		0,827	0,754	0,810	0,817
Sumitomo Rubber	0,980	0,987	0,969	0,975		0,967	0,979	0,980
Hankook	0,985	0,988	0,974	0,989	0,986		0,984	0,982
Yokohama	0,903	0,991	0,973	0,992	0,986	0,970		0,985
Pirelli	0,992	1,000	0,977	0,989	0,995	0,973	0,991	

Figura 5.4 Peor pago normalizado que cada empresa puede obtener.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

Se ha de mencionar que las estrategias que tienen asociado el peor pago son en su mayoría aquellas en las que las dos empresas deciden infringir las leyes de PI de su competidora y se ven envueltas en una disputa legal. Sin embargo, en cuatro de las cincuenta y seis situaciones de estudio (un 7,14%), debido al alto pago de regalías, el peor pago para las empresas proviene de la situación en la que alcanzan un acuerdo de licencias cruzadas.

En la **Figura 5.5** se expone una representación gráfica de las diferencias entre los mejores y peores pagos normalizados que resultan de la competición entre Michelin y el resto de las empresas del sector. Es especialmente llamativo cómo la diferencia entre el máximo beneficio y máxima pérdida se ve reducida en empresas con tamaños de porfolios de patentes similares (por ejemplo, con Yokohama, que tiene 2467 patentes aceptadas en los últimos diez años por las 2709 que tiene Michelin). Sin embargo, esta diferencia aumenta sustancialmente cuando la diferencia entre el número de patentes en el porfolio es mayor, obteniéndose mejores pagos si se tiene un porfolio de patentes menor que la competidora. Esto se observa claramente con las empresas Continental y Hankook, que son las que mayor y menor número de patentes aceptadas tienen durante los últimos diez años respectivamente (5023 y 607 patentes). Al tener porfolios de patentes de tamaños muy distintos a los de Michelin, la diferencia entre los mejores y peores pagos se hace más notable, creando situaciones donde el estudio realizado a lo largo de este trabajo se vuelve de especial relevancia. Michelin obtiene mejores pagos al competir con empresas que tengan un mayor número de patentes en su porfolio (como Continental) que con aquellas que tienen un porfolio más reducido (como Hankook), debiéndose analizar con especial ahínco ambas situaciones por la alta variabilidad de los posibles pagos resultantes.

Diferencia entre los mejores y peores pagos posibles

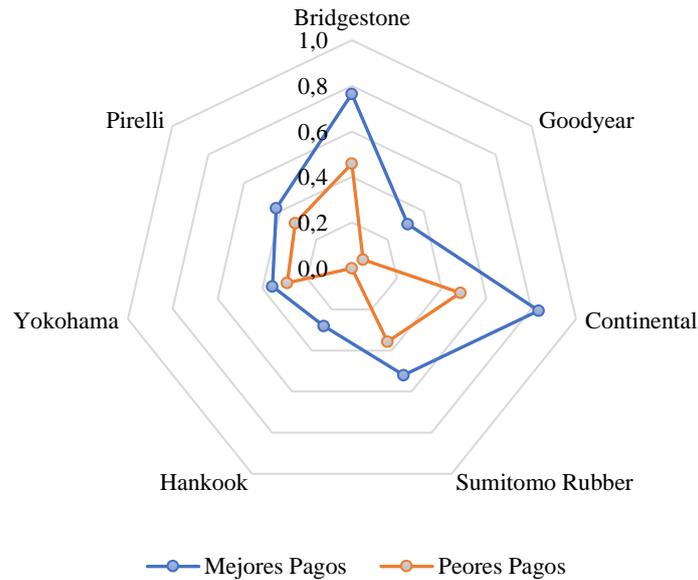


Figura 5.5 Diferencia entre los mejores y peores pagos posibles para la empresa Michelin (normalizados).

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

5.1.2. Beneficios de la sociedad

También se ha estudiado cómo se ve afectada la sociedad ante estos casos en los que las empresas compiten en materia de PI, para comprender mejor cómo afectan estas disputas por el conocimiento al consumidor final. Se ha elaborado un estudio cuantitativo en el que se ha medido el beneficio que la sociedad obtiene de un acuerdo de licencias cruzadas como:

$$B_{soc} = \alpha_i \times (V_i - F_i) + \alpha_j \times (V_j - F_j) \quad [Ec. 5.3]$$

A partir de esta ecuación se calcula el beneficio que obtiene la sociedad de estos acuerdos, de los cuales se presentan algunos datos en la siguiente figura:

Media	Mediana	Desviación estandar	Oblicuidad (Skewness)	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75
871,61	915,37	1031,15	0,51	436,23	915,37	2118,69

Figura 5.5 Estadísticas de la muestra de número de iteraciones.

[Fuente: Elaboración propia, 2024]

5.2. COMENTARIO DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se han presentado las conclusiones económicas del trabajo realizado, estudiando el mejor y peor pago que obtienen las empresas, evaluando los costes que los litigios suponen para las empresas y cómo varían estos en función de la empresa competidora. Asimismo, se ha estudiado cómo se ve afectada la sociedad en el caso de que las empresas logren alcanzar un acuerdo. La conclusión principal que se obtiene es que las empresas se ven negativamente afectadas cuando ambas deciden infringir los derechos de PI de su competidora, resultando en pérdidas derivadas de los costes que los litigios y la actividad legal suponen.

En cuanto a la sociedad, se observa cómo esta se puede ver beneficiada en gran medida de los acuerdos adoptados por las empresas gracias a un mayor y más ágil desarrollo del conocimiento, lo que redundará en nuevos productos y en una reducción de costes de los productos ya existentes.

En el siguiente capítulo se expondrán las conclusiones finales acerca del trabajo realizado.

CAPÍTULO VI: Conclusiones Y Desarrollos Futuros

A lo largo de este último capítulo se expondrán las conclusiones obtenidas del trabajo realizado, analizando la consecución de los objetivos planteados al comienzo de este. Asimismo, se presentan los posibles desarrollos futuros que pueda haber en la materia, así como algunas limitaciones del estudio realizado.

6.1. CONCLUSIONES OBTENIDAS

El trabajo se ha realizado con el fin de arrojar algo de luz acerca del problema actual del bloqueo del conocimiento asociado a las marañas de patentes. Como hemos visto, este problema no sólo ha empeorado durante los últimos años con el progreso de la tecnología, sino que, debido al incremento en la complejidad de las invenciones actuales, no parece que vaya a ir a menos.

Para la comprensión de esta situación, al comienzo del trabajo se expuso el concepto principal sobre el que se basa este, las patentes. Primeramente, se presentó la definición de lo que es una patente y qué requisitos se han de cumplir para que una patente se considere tal, así como las diferencias regulatorias que hay en función de la región geográfica en la que está inscrita, concretamente remarcando las diferencias regulatorias entre la Unión Europea, Estados Unidos y Japón.

Seguidamente se introdujo la solución planteada, que consiste en los acuerdos de licencias cruzadas de patentes y cómo estos pueden aliviar las situaciones de bloque de conocimiento que experimentan las empresas, permitiendo así el desarrollo natural del conocimiento. También se han expuesto las principales ventajas e inconvenientes asociadas a ellas.

Para estudiar las situaciones de bloqueo entre dos empresas se ha considerado oportuno hacer uso de la Teoría de Juegos, que nos permite estudiar los comportamientos entre dos jugadores (las empresas en este caso) en situaciones de interdependencia, es decir, en aquellas situaciones en las que el resultado o pago que obtiene un jugador depende de, además de su propia toma de decisiones, de la estrategia seguida por su competidor y viceversa. Por ello, se ha considerado oportuno realizar una breve introducción de la Teoría de Juegos aplicada a la empresa, y en específico al ámbito de

las patentes, presentando los dos modelos principales a la hora de estudiar el comportamiento económico que dos empresas van a tener entre sí: el modelo de Bertrand y el modelo de Cournot. Para la realización del trabajo se ha escogido seguir el modelo de Cournot porque se trata de un modelo de competencia más eficiente que el de Bertrand, ya que el excedente de producto es menor debido a que las empresas deciden su cantidad de producción de manera simultánea e independiente, optimizando su cantidad producida con el fin de optimizar los ingresos.

Habiendo presentado el concepto de la Teoría de Juegos se realizó un estudio acerca de la literatura reciente respecto a las licencias cruzadas de patentes, presentando tres trabajos que se han considerado de especial relevancia para la elaboración de este estudio: el modelo matemático de los autores Zhao y Wang en 2023, el modelo en dos etapas elaborado por Spulber en 2016, y el modelo dinámico con repetición *ad infinitum* de Yang et al. en 2018; exponiendo también algunas de las limitaciones que se han encontrado en estos trabajos.

Tras estudiar y presentar los trabajos antes mencionados se ha expuesto y analizado en detalle el trabajo sobre el que se basa y da nombre a este proyecto, el elaborado por Alberto Galasso en 2007 bajo el nombre de *Broad Cross-License Agreements and Persuasive Patent Litigation: Theory and Evidence from the Semiconductor Industry*. Para el estudio de este trabajo se han expuesto las bases sobre las que este se construye, las hipótesis y suposiciones del trabajo, y la naturaleza del mismo. Se ha escogido este modelo como base del trabajo por varios motivos, siendo el primero y principal la incorporación del nivel de optimismo de las empresas y general, lo que nos permite incluir la creencia subjetiva de las empresas de ser consideradas licenciantes en el juego y sus posibilidades de ser las “ganadoras” de este. Gracias a este nivel de optimismo y a su carácter dinámico podemos estudiar cómo evolucionan las creencias de las empresas a lo largo de las iteraciones del juego, lo que nos permite observar cómo de rápido se alcanzan acuerdos y cómo los litigios se pueden alargar, volviéndose una actividad tediosa e ineficiente hasta la extenuación, cómo representan los casos de varias iteraciones en el juego (recordemos que hemos visto una situación en la que se alcanza un acuerdo tras 289 iteraciones).

Una vez presentado el modelo sobre el que se construye este trabajo se ha realizado un estudio del sector de los neumáticos, compuesto por ocho empresas principalmente. Este estudio consiste en la elaboración y aplicación con datos financieros

reales de una matriz de pagos clásica en la que los jugadores pueden elegir entre dos estrategias: infringir las leyes de PI o acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas. A partir de la elaboración de esta matriz se han estudiado los beneficios y pérdidas que las empresas tienen asociadas a cada una de las situaciones finales, exponiendo en concreto el caso de Pirelli. También se han estudiado las situaciones en las que se ha encontrado un equilibrio perfecto de Nash en la situación en la que dos empresas deciden acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas.

A partir de los resultados se han obtenido varias conclusiones, entre las que destaca la eficiencia de la solución que los acuerdos de licencias cruzadas suponen en las situaciones de bloqueo de conocimiento. En la mayoría de las situaciones en las que las dos empresas optan por acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas las dos empresas obtienen beneficios de esta interacción, permitiendo el desbloqueo de las situaciones de marañas de patentes y del avance de la actividad inventiva. Sin embargo, aunque en numerosas ocasiones el mejor pago que las empresas pueden recibir es en aquella situación en la que infringen las leyes de PI pero su competidora no, debemos recordar el carácter de interdependencia inherente a estas situaciones (motivo por el cual se hace uso de la Teoría de Juegos), y cómo la peor situación en la mayoría de casos de estudio se trata de aquella en la que las dos empresas deciden infringir las leyes de PI, aprovechándose de las invenciones de su competidora.

Es especialmente relevante la conclusión obtenida mediante el estudio de las situaciones de competición entre empresas vistas desde los tamaños de portafolios de patentes (medidos como el número de patentes aceptadas durante los últimos diez años). Se ha observado cómo la diferencia entre los pagos obtenidos depende directamente de la diferencia de tamaño de los portafolios de patentes, siendo menor la diferencia entre el mejor y el peor pago cuanto menor es la diferencia entre el tamaño de los portafolios. Esto nos lleva a la conclusión de que un estudio como el realizado en este trabajo se vuelve especialmente relevante en situaciones en las que dos empresas con tamaños de portafolios distintos compiten entre sí, ya que la alta variabilidad en los posibles resultados requiere que se estudie la estrategia a seguir con más detenimiento, para poder obtener así un mejor resultado.

Asimismo, resulta llamativo cómo al observar los datos se encuentra una relación entre los pagos normalizados obtenidos del estudio con el tamaño de los portafolios de patentes. Tras analizarlos se observa que las empresas obtienen mejores pagos al competir

con otras con portfolios de patentes de mayor tamaño (tienen más que ganar) que al hacerlo con empresas con portfolios menores al suyo (tienen más que perder). En este sentido es paradigmático el caso del juego de Michelin, la empresa con el número de patentes aceptadas durante los últimos diez años más cercano a la mediana de la muestra (se ha utilizado la mediana en vez de la media ya que, al estar trabajando con una distribución pequeña de tan sólo ocho observaciones, se busca suavizar el impacto de valores extremos en esta). Michelin, al competir con las empresas con mayor y menor número de patentes del mercado estudiado (Continental y Hankook) recibe los mayores y menores pagos normalizados del estudio, mostrando una gran variabilidad entre los dos valores correspondientes a cada competición, como se ha ejemplificado en la *Figura 5.5*, presentada en el capítulo anterior.

En este estudio también se ha analizado una situación de aprendizaje dinámico de las empresas, en el que las creencias de las mismas acerca de la posibilidad de verse elegidas como licenciantes en la siguiente iteración del juego se actualiza en cada iteración y depende de los resultados de las interacciones anteriores, actualizando asimismo el nivel de optimismo general de la interacción. Se han obtenido conclusiones reveladoras en este apartado, ya que se ha observado con claridad cómo las empresas tienden a resolver sus disputas bien con celeridad bien con excesivo retraso, llegando al punto de la ineficiencia. Esto es reflejo de la obstinación que resulta en algunas situaciones en las que las empresas compiten creyéndose ambas con razón, alargando el proceso hasta el punto de que, en un sector de tan rápido desarrollo tecnológico como el de los neumáticos, para cuando se alcanza una solución, la tecnología por la que surge la disputa ya ha quedado obsoleta.

Asimismo, se ha analizado el impacto económico asociado con las interacciones entre empresas a través de los costes asociados a los litigios, y cómo la naturaleza improductiva de los mismos merma los beneficios de ambas empresas, así como los de la sociedad. A través del estudio realizado se ha probado cómo los litigios suponen un lastre económico para las empresas, quienes pueden obtener beneficios en el caso de infringir las leyes de PI siempre que la empresa competidora opte por no seguir el mismo camino y decida explorar la vía de las licencias cruzadas de patentes. Por ello resulta especialmente útil la Teoría de Juegos estudios de esta naturaleza, ya que nos permite estudiar cómo afectan los costes de los litigios a las decisiones y estrategias seguidas por las empresas.

Mediante el estudio se observa cómo estos litigios dañan enormemente los resultados de las empresas, ya que en los casos en los que ambas empresas deciden litigar las pérdidas que conlleva seguir esta estrategia son mayores que los beneficios que obtienen por infringir las leyes de PI. Esto se debe a que los litigios son improductivos *per se*, no generan actividad económica positiva ni desarrollan el conocimiento ni el avance tecnológico, suponiendo un freno para la actividad inventiva.

Finalmente, se ha estudiado el beneficio económico que la sociedad obtiene de la adopción de estos acuerdos de licencias cruzadas de patentes entre las empresas, debido al abaratamiento de productos existentes y el desarrollo de unos nuevos.

6.2. DESARROLLOS FUTUROS

Bajo mi punto de vista, el principal avance que se puede implementar a este proyecto sería la inclusión de una red de *machine learning* que permita un desarrollo continuo del modelo, haciéndolo más fidedigno con cada iteración. Esto se podría lograr mediante la inclusión de los archivos de cuentas anuales de las empresas a lo largo de los años para ir ajustando el modelo según datos anteriores, entrenando al modelo, eso sí, sin dejarlo caer en el problema del *overfitting*. Así se podrían obtener las estrategias que las empresas deberían seguir de cara a lograr un mercado más eficiente y maximizar sus beneficios, permitiendo además la evolución natural de la actividad inventiva, lo que en última instancia supone un beneficio para la sociedad en general.

Asimismo, se podría desarrollar un modelo que considerase más parámetros más complejos y específicos a las empresas además de los ya utilizados (especificidad de los activos, competitividad en el mercado, tamaño del porfolio de patentes, etc.) para ajustarlo más a los casos de la vida real. Idealmente, las empresas podrían participar en la mejora de este modelo aportando los datos relevantes con el fin de mejorar la situación global del mercado, haciéndolo más competitivo y eficiente, lo que fomenta el desarrollo tecnológico y del conocimiento.

Una de las limitaciones de este estudio consiste en la suposición de que el mercado de neumáticos está compuesto por ocho empresas, ya que, si bien estas acaparan la mayor parte del mismo, hay empresas más pequeñas que también participan. Por ello, sería conveniente expandir el modelo de cara que reflejase la interacción entre todas las

empresas e, idealmente, cómo afectan estas interacciones al resto de participantes del mercado.

Finalmente, otra de las limitaciones es la aleatoriedad con la que se escoge qué empresa es escogida como licenciante y cual como licenciataria, debido a una falta de información acerca de la actividad legal reciente del sector y la composición de los portfolios de patentes de las empresas. Este efecto se ve paliado mediante la introducción de las creencias de las empresas, que, aunque no afecten a las elecciones futuras, determinan el nivel de optimismo general con a partir del cual las empresas se ven satisfechas y deciden terminar las negociaciones.

CAPÍTULO VII: Bibliografía

- Arp, R. (2018). Sunk Cost. Bad Arguments.
<https://doi.org/10.1002/9781119165811.ch48>
- Belova, T., & Dunin, M. (2021). Taking into account the importance of marketing trends when forming an enterprise strategy. Herald UNU. International Economic Relations And World Economy. <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2021-36-5>
- Bican, P., Guderian, C., & Ringbeck, A. (2017). Managing knowledge in open innovation processes: an intellectual property perspective. *J. Knowledge Management.*, 21, 1384-1405. <https://doi.org/10.1108/JKM-11-2016-0509>
- Bogers, M., Chesbrough, H., & Moedas, C. (2018). Open Innovation: Research, Practices, and Policies. *California Management Review*, 60, 16 - 5.
<https://doi.org/10.1177/0008125617745086>.
- Caballero-Sanz, F., Moner-Colonques, R., & Sempere-Monerris, J. (2002). Optimal Licensing in a Spatial Model. *Annals of economics and statistics*, 257-279.
<https://doi.org/10.2307/20076336>
- Chicu, N., Prioteasa, A., & Deaconu, A. (2020). Current Trends and Perspectives in Tyre Industry. *Studia Universitatis „Vasile Goldis” Arad – Economics Series*, 30, 36 - 56. <https://doi.org/10.2478/sues-2020-0011>.
- Choi, J. (2003). Patent Pools and Cross-Licensing in the Shadow of Patent Litigation. *Intellectual Property Law eJournal*. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2354.2010.00587.x>
- Clark, K., & Kowalski, S. (2012). Harnessing the power of patent information to accelerate innovation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2. <https://doi.org/10.1002/widm.1066>.
- Dufwenberg, M. (2011). Game theory. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive science*, 2 2, 167-173 . <https://doi.org/10.1002/wcs.119>.
- Eswaran, M. (1994). Cross-Licensing of Competing Patents as a Facilitating Device. *Canadian Journal of Economics*, 27, 689-708. <https://doi.org/10.2307/135791>

- European Commission, Joint Research Centre, Nindl, E., Confraria, H., Rentocchini, F. (2023). The 2023 EU industrial R&D investment scoreboard, *Publications Office of the European Union*. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/506189>
- Galasso, A. (2007). Broad Cross-License Agreements and Persuasive Patent Litigation: Theory and Evidence from the Semiconductor Industry. IO: Productivity.
- Gallini N., Scotchmer S. (2002). Intellectual Property: When is it the Best Incentive Mechanism? *Innovation Policy and the Economy, Vol 2, MIT Press*, pp. 51-78.
- Grindley, P., & Teece, D. (1997). Managing Intellectual Capital: Licensing and Cross-Licensing in Semiconductors and Electronics. *California Management Review*, 39, 41 - 8. <https://doi.org/10.2307/41165885>
- Hall, B. (2007). Patents and patent policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 23, 568-587. <https://doi.org/10.1093/OXREP/GRM037>
- Hutukka, P. (2023). Patent law in comparative context: Differences and similarities of patent law in the European Union, the United States and China. *Maastricht Journal of European and Comparative Law*, 30, 273 - 311. <https://doi.org/10.1177/1023263X231206007>
- Jeon, H. (2015). Patent litigation and cross licensing with cumulative innovation. *Journal of Economics*, 119, 179-218. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2615774>
- Kamien, M. & Tauman, Y. (1983). The Private Value of a Patent: A Game Theoretic Analysis. *Journal of Economics*, 4. <https://hdl.handle.net/10419/220936>
- Kitch, E. W. (1977). The Nature and Function of the Patent System. *The Journal of Law & Economics*, 20(2), 265–290. <http://www.jstor.org/stable/725193>
- Leong, C., & Yang, Y. (2020). Market competition and firms' social performance. *Economic Modelling*, 91, 601-612. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.12.002>.
- Moore, A., (2018) Intellectual Property and the Prisoner's Dilemma: A Game Theory Justification of Copyrights, Patents, and Trade Secrets, *SSRN Electronic Journal*. <https://ir.lawnet.fordham.edu/iplj/vol28/iss4/3>

- Pradhan, R., Arvin, M., Nair, M., & Bennett, S. (2020). The dynamics among entrepreneurship, innovation, and economic growth in the Eurozone countries. *Journal of Policy Modeling*, 42, 1106-1122.
<https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2020.01.004>
- Priest, G. (1977). Cartels and Patent License Arrangements. *The Journal of Law and Economics*, 20, 309 - 377. <https://doi.org/10.1086/466905>
- Samuelson, L. (2016). Game Theory in Economics and Beyond. *Journal of Economic Perspectives*, 30, 107-130. <https://doi.org/10.1257/JEP.30.4.107>
- Sánchez, L. (2018). El Fenómeno Cross-Licensing en el Derecho Español de Patentes. *Revista de Direito Brasileira*, 8, 141-151.
<https://doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2358-1352/2018.v19i8.3917>
- Shapiro, C. (2001). Navigating the Patent Thicket: Cross Licenses, Patent Pools, and Standard Setting. *Innovation Policy and the Economy*, 1, 119 - 150.
<https://doi.org/10.1086/ipe.1.25056143>
- Sobolieva, T., & Holionko, N. (2021). Dynamics of Global Technological Trends in the Context of Patent Data. *Business Inform*, 1, 84-89.
<https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-1-84-89>.
- Spulber, D. (2016). Patent Licensing and Bargaining with Innovative Complements and Substitutes. *Law & Economics eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2818008>.
- Vives, X. (1990). Information and competitive advantage. *International Journal of Industrial Organization*, 8, 17-35. [https://doi.org/10.1016/0167-7187\(89\)90032-5](https://doi.org/10.1016/0167-7187(89)90032-5)
- Yang, Z., Shi, Y., & Li, Y. (2018). Analysis of intellectual property cooperation behavior and its simulation under two types of scenarios using evolutionary game theory. *Computer & Industrial Engineering*, 125, 739-750.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.02.040>
- Yildiz M., (2003). Bargaining Without a Common Prior - An Immediate Agreement Theorem, *Econometrica* 71, 793-811
- Zhao, Y., & Wang, K. (2023). Manufacturer's patent licensing strategies based on co-opetition. *RAIRO - Operations Research*. <https://doi.org/10.1051/ro/2023175>

ANEXO I: Código Del Modelo

```
# @title
import random
import time

# Definición de variables
ro = nu = MP11i = MP11j = MP12i = MP12j = MP21i = MP21j = MP22i =
MP22j = y = bsoc = maxgamma = maxbeta = min =0

# Ingresos asociados a la actividad de vente de neumáticos, en bn
de EUR
V = [27.77, 23.53, 18.7, 14.7, 5.93, 6.02, 5.81, 6.91]

# Gastos asociados a la actividad de vente de neumáticos, en bn de
EUR
F = [19.98, 14.51, 15.44, 11.57, 4.29, 5.5, 3.89, 2.24]

# Competitividad en el mercado de los neumáticos como % de cuota de
mercado
alfa = [0.2539, 0.2151, 0.171, 0.1344, 0.0543, 0.055, 0.0531,
0.0632]

# Especificidad de los activos, como % de los ingresos asociados a
neumáticos sobre los ingresos totales
k = [0.98, 0.925, 1, 0.355, 0.855, 1, 1, 1]

# Número de patentes aceptadas de cada productor entre 2014 y 2024
q = [2709, 5023, 881, 5720, 3262, 607, 2467, 2763]

# Regalías a pagar entre jugadores como, en billones de euros
r = [0.208, 0.235, 0.074, 0.312, 0.038, 0.013, 0.035, 0.23]

# Establecemos los datos del jugador i
i =0 # Elegimos que empresa i que forma parte del juego
Vi_cur = V[i]
Fi_cur = F[i]
alfai_cur = alfa[i]
ki_cur = k[i]
qi_cur = q[i]
ri_cur = r[i]
# Establecemos los datos del jugador j
j =7 # Elegimos que empresa j que forma parte del juego
Vj_cur = V[j]
Fj_cur = F[j]
alfaj_cur = alfa[j]
kj_cur = k[j]
```

```

qj_cur = q[j]
rj_cur = r[j]

# Costes de litigios asociados a la interacción de i con j
Li = alfai_cur*Vi_cur * qi_cur / (qi_cur + qj_cur)
Lj = alfaj_cur*Vj_cur * qj_cur / (qi_cur + qj_cur)

# Nivel de optimismo límite para cada una de las empresas
yik = (2 * Li - 0.25 * Fi_cur * (1 - ki_cur)) / (0.5 * Vi_cur -
Fi_cur * (1 - ki_cur) + 2 * Li)
yjk = (2 * Lj - 0.25 * Fj_cur * (1 - kj_cur)) / (0.5 * Vj_cur -
Fj_cur * (1 - kj_cur) + 2 * Lj)

# Variables de control
d = 0
s = 1
random.seed(time.time()) # Semilla para la generación de un número
aleatorio

while d == 0:
    # Defino las creencias iniciales aleatorias para la primera
iteración
    if s == 1:
        min = 1
        maxgamma = 4
        maxbeta = 2
        gammai = min + (random.randint(min, maxgamma))
        betai = min + (random.randint(min, maxbeta))
        gammaj = min + (random.randint(min, maxgamma))
        betaj = min + (random.randint(min, maxbeta))
        pi = gammai / (betai + betaj)
        pj = gammaj / (betai + betaj)
        y = pi + pj - 1

        # Generación de ro, número que determina la empresa licenciante
y licenciataria
        ro = random.random()
        # Determinación de nu a partir de ro
        if ro < 0.5:
            nu = -1
        else:
            nu = 1

        # Construcción de la matriz de pagos
        MP11i = 0.5 * alfai_cur * ( Vi_cur - Fi_cur) - 0.5* alfai_cur*
ki_cur * Fi_cur - Li
        MP11j = 0.5 *alfaj_cur * (Vj_cur - Fj_cur) - 0.5*alfaj_cur *
kj_cur * Fj_cur - Lj
        rounded_MP11i = round(MP11i, 3)

```

```

rounded_MP11j = round(MP11j, 3)

MP12i = 0.5 * (Vi_cur - Fi_cur)*(1 - alfai_cur) - Li
MP12j = 0.5 * (Vj_cur - Fj_cur)*(1 + alfaj_cur) - Lj
rounded_MP12i = round(MP12i, 3)
rounded_MP12j = round(MP12j, 3)

MP21i = 0.5 * (Vi_cur - Fi_cur)*(1 + alfai_cur) - Li
MP21j = 0.5 * (Vj_cur - Fj_cur)*(1 - alfaj_cur) - Lj
rounded_MP21i = round(MP21i, 3)
rounded_MP21j = round(MP21j, 3)

MP22i = 0.5 * alfai_cur * (Vi_cur - Fi_cur) + nu * rj_cur
MP22j = 0.5 * alfaj_cur * (Vj_cur - Fj_cur) - nu * ri_cur
rounded_MP22i = round(MP22i, 3)
rounded_MP22j = round(MP22j, 3)

# Matriz de pagos definitiva
if yik > y and yjk > y: # Se ha alcanzado un acuerdo
    d = d + 1
    print("Se ha alcanzado un acuerdo")
    print("El acuerdo se ha alcanzado en {}
iteraciones.".format(s))
    print("La matriz de pagos es:")
    print("Las dos empresas infringen la PI ({},"
{})).format(rounded_MP11i, rounded_MP11j))
    print("La empresa i infringe la propiedad de j ({},"
{})).format(rounded_MP12i, rounded_MP12j))
    print("La empresa j infringe la propiedad de i ({},"
{})).format(rounded_MP21i, rounded_MP21j))
    print("Las dos empresas llegan a un acuerdo ({},"
{})).format(rounded_MP22i, rounded_MP22j))
    bsoc = (alfai_cur * (Vi_cur - Fi_cur) + alfaj_cur *
(Vj_cur - Fj_cur)) * 1000
    rounded_bsoc = round(bsoc, 2)
    print("La sociedad se beneficia del acuerdo en {}
millones de euros".format(rounded_bsoc))
    if s==1:
        print("El acuerdo se alcanza inmediatamente")
    if nu==1:
        print("La empresa i es la empresa licenciante")
    else:
        print("La empresa j es la empresa licenciante")
# Actualización del nivel de optimismo
if ro < 0.5:
    betai += 1
    gammaj += 1
else:
    betaj += 1

```

```
    gammai += 1

    pi = gammai / (betai + betaj)
    pj = gammaj / (betai + betaj)
    y = pi + pj - 1
    s = s + 1
```

ANEXO II: Dataset De Entrada Al Modelo

	Ingresos (bn €)	Ingreso bruto (millones de €)	Ingreso operativo (millones de €)	Gasto en i+D+I (millones de €)	Gasto en i+D+I (% de ingresos de neumaticos)	% de ventas de neumaticos sobre el negocio total	Ingresos de neumaticos en bn EUR	Cuota de mercado ajustada	Número de patentes de cada empresa 2014-24
Michelin	28,34	7948	3338	756	2,614%	98,00%	27,77	25,39%	2709
Bridgestone	25,44	9756	2841	661,6	2,406%	92,50%	23,53	21,51%	5023
Goodyear	18,7	3264	498	423	2,262%	100,00%	18,70	17,10%	881
Continental	41,4	8808	1928	4125	3,537%	35,50%	14,70	13,44%	5720
Sumitomo Rubber	6,94	1927	445	161	1,984%	85,50%	5,93	5,43%	3262
Hankook	6,02	519	895	153	2,542%	100,00%	6,02	5,50%	607
Yokohama	5,81	1924	586	106	1,824%	100,00%	5,81	5,31%	2467
Pirelli	6,91	4668	888	340	4,920%	100,00%	6,91	6,32%	2763
	139,56						109,3759		

ANEXO III: Matrices Resultantes Del Estudio

A continuación se exponen las matrices de pagos resultantes de las simulaciones realizadas. Las celdas en verde indican la presencia de un equilibrio perfecto de Nash en la posición E2-E2', es decir, cuando ambas empresas deciden acogerse a un acuerdo de licencias cruzadas.

		Pirelli	
		E1'	E2'
Michelin	E1	(-4.987, -0.144)	(-0.585, 2.262)
	E2	(1.393, 1.967)	(0.759, 0.356)
Bridgestone	E1	(-3.739, -0.078)	(0.275, 2.328)
	E2	(2.215, 2.032)	(1.2, -0.087)
Goodyear	E1	(-1.814, -0.254)	(0.578, 2.151)
	E2	(1.136, 1.856)	(0.509, 0.074)
Continental	E1	(-1.398, -0.065)	(0.022, 2.34)
	E2	(0.443, 2.045)	(0.44, -0.164)
Sumitomo Rubber	E1	(-0.229, -0.123)	(0.601, 2.282)
	E2	(0.69, 1.987)	(-0.185, 0.186)
Hankook	E1	(-0.197, -0.281)	(0.186, 2.125)
	E2	(0.215, 1.829)	(-0.216, 0.161)
Yokohama	E1	(-0.198, -0.154)	(0.763, 2.252)
	E2	(0.865, 1.957)	(-0.179, 0.183)

		Yokohama	
		E1'	E2'
Hankook	E1	(-0.202, -0.3)	(0.18, 0.763)
	E2	(0.209, 0.661)	(-0.021, 0.064)
Sumitomo Rubber	E1	(-0.238, -0.185)	(0.592, 0.878)
	E2	(0.681, 0.776)	(0.08, 0.013)
Continental	E1	(-1.446, -0.145)	(-0.026, 0.918)
	E2	(0.395, 0.816)	(0.175, 0.363)
Goodyear	E1	(-1.883, -0.28)	(0.51, 0.784)
	E2	(1.067, 0.682)	(0.314, -0.023)
Bridgestone	E1	(-3.868, -0.154)	(0.146, 0.909)
	E2	(2.086, 0.807)	(0.935, 0.286)
Michelin	E1	(-7.257, -0.198)	(-2.854, 0.214)
	E2	(-0.876, 0.185)	(0.976, 0.222)

		Hankook	
		E1'	E2'
Sumitomo Rubber	E1	(-0.327, -0.189)	(0.504, 0.222)
	E2	(0.593, 0.194)	(0.032, 0.052)
Continental	E1	(-1.852, -0.169)	(-0.431, 0.243)
	E2	(-0.011, 0.214)	(0.197, 0.326)
Goodyear	E1	(-2.935, -0.272)	(-0.542, 0.139)
	E2	(0.015, 0.111)	(0.266, 0.088)
Bridgestone	E1	(-4.989, -0.173)	(-0.976, 0.239)
	E2	(0.964, 0.21)	(0.957, 0.249)
Michelin	E1	(-7.257, -0.198)	(-2.854, 0.214)
	E2	(-0.876, 0.185)	(0.976, 0.222)

		Sumitomo Rubber	
		E1'	E2'
Continental	E1	(-1.324, -0.172)	(0.096, 0.748)
	E2	(0.517, 0.659)	(0.248, -0.267)
Goodyear	E1	(-1.721, -0.309)	(0.671, 0.611)
	E2	(1.229, 0.522)	(0.317, -0.029)
Bridgestone	E1	(-3.542, -0.182)	(0.471, 0.738)
	E2	(2.412, 0.649)	(0.932, 0.28)
Michelin	E1	(-4.696, -0.231)	(-0.293, 0.689)
	E2	(1.685, 0.6)	(0.951, 0.253)

		Goodyear	
		E1'	E2'
Bridgestone	E1	(-4.779, -1.519)	(-0.766, 1.432)
	E2	(1.174, 0.874)	(1.044, 0.044)
Michelin	E1	(-6.817, -1.826)	(-2.414, 1.124)
	E2	(-0.437, 0.567)	(1.063, 0.071)

		Continental	
		E1'	E2'
Goodyear	E1	(-1.468, -1.778)	(0.924, 0.063)
	E2	(1.482, -0.357)	(-0.033, 0.284)
Bridgestone	E1	(-2.84, -1.118)	(1.173, 0.723)
	E2	(3.114, 0.303)	(1.282, -0.025)
Michelin	E1	(-3.763, -1.406)	(0.64, 0.435)
	E2	(2.618, 0.014)	(1.301, 0.002)

		Bridgestone	
		E1'	E2'
Michelin	E1	(-3.967, -3.761)	(0.436, 2.192)
	E2	(2.414, 0.252)	(1.224, 0.762)