



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
ICADE

**TEORÍA DE JUEGOS EN LA
INDUSTRIA FARMACÉUTICA:
FIJACIÓN DE PRECIOS, ESTRATEGIA
COMPETITIVA Y FINANZAS
SOSTENIBLES
TRABAJO FIN DE GRADO**

Autor: Fabiola Monica Dumitru
Director: Juan Sentana Lledo

MADRID | Junio 2025

Resumen:

Este estudio analiza la industria farmacéutica desde la perspectiva de la Teoría de Juegos para comprender en profundidad por qué y cómo las compañías farmacéuticas fijan sus precios y eligen su estrategia competitiva. El objetivo de esta tesis es explorar el entorno, los desafíos y la estructura del mercado mediante la Teoría de Bertrand, la Teoría de Stackelberg y el Dilema del Prisionero para descubrir cómo estos elementos modelan la dinámica competitiva. Mediante casos prácticos y datos cualitativos, esta investigación fomenta la reflexión sobre las implicaciones éticas del comportamiento corporativo y destaca la importancia de implementar instrumentos financieros sostenibles para alcanzar los objetivos comerciales y ESG.

Palabras claves: Industria farmacéutica, Teoría de Juegos, Dilema del Prisionero, Pfizer, Precios, Finanzas Sostenibles

Abstract:

This study conducts an analysis of the pharmaceutical industry through the lense of Game Theory to offer a deep understanding in why and how pharmaceutical companies set their prices and chose their competitive strategy. The aim of this thesis is to explore the environment, the challenges and market structure through Bertrand's Theory, Stackelberg Theory and Prisoners Dilemma to discover how these elements model competitive dynamics. Using case studies and qualitative data, this investigation encourages further reflection on the ethical implications of corporate behavior and highlights the importance of implementing sustainable financial instruments to achieve both commercial and ESG goals.

Keywords: Pharmaceutical Industry, Game Theory, Prisoner's Dilemma, Pfizer, Prices, Sustainable Finance

Índice

Introducción.....	5
1. Mercado Farmacéutica.....	9
1.1 Análisis de la industria	9
1.2 Precios.....	9
1.3 Líderes en la Industria Farmacéutica.....	12
1.4 Autoridades Reguladores.....	16
1.5 Retos en el Mercado.....	19
2. Teoría de Juegos.....	25
2.1 Introducción.....	25
2.2 Tipos de Juegos.....	26
2.3 Juegos Elegidos.....	28
2.3.1 El Dilema del Prisionero.....	28
2.3.2 El Dilema del Prisionero.....	29
2.3.3 El Modelo de Bertrand.....	31
3. Aplicación de la Teoría de Juegos en la Industria Farmacéutica.....	33
3.1 La Teoría de Stackelberg.....	33
3.2 La Teoría de Bertrand.....	36
3.3 El Dilema del Prisionero	37
3.3.1 La equidad de acceso de las vacunas contra la COVID-19 en la industria farmacéutica.....	37
3.3.2 Caso Practico – Moderna vs Pfizer	39
4. ESG y Etica.....	40
4.1 ESG.....	41
4.2 Aplicación de ESG en el marco del Dilema del Prisionero.....	43
5. Relación con Finanzas Sostenibles.....	45
5.1 Prestamos Vinculados a la Sostenibilidad (SLL).....	46
5.2 Bonos de Impacto Social (BIS).....	48

6. Discusión y Conclusión.....	49
7. Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa	52
8. Bibliografía.....	53

Índice de Figuras

Figura 1: Precio promedio por unidad estándar, según categoría de tiempo de administración de insulina, comparación seleccionada de 2018.....	11
Figura 2: Líderes en la Industria Farmacéutica.....	13
Figura 3: La disminución de las aprobaciones de la FDA.....	20
Figura 4: Cinco elementos del modelo de negocio que permitieron a empresas explotar los mercados.....	23
Figura 5: La Renta de Lipitor.....	34
Figura 6: Conceptos claves de ESG.....	42
Figura 7: Principales innovadores de ESG.....	43
Figura 8: Tipos de Instrumentos Financieros Sostenibles.....	45
Figura 9: Prioridades en inversiones sostenibles.....	46

Introducción

La industria farmacéutica es uno de los sectores más fuertes y rentables del mundo. Su influencia se extiende más allá de los sistemas públicos de salud, hasta las políticas gubernamentales y los mercados financieros. En los últimos años, la atención pública se ha centrado cada vez más en el funcionamiento interno de las empresas farmacéuticas: cómo funcionan, cómo eligen sus precios, su distribución de medicamentos y cómo afectan estas decisiones a la población mundial. Se trata de un mercado complejo y muy regulado, caracterizado por una intensa competencia e innovación, lo que significa que entender cómo funciona esta industria es crucial para los inversores y los proveedores de atención sanitaria. Las circunstancias destrozadoras de la pandemia pusieron a la luz la importancia de la eficiencia en la industria farmacéutica también intensificando el escrutinio sobre cuestiones como la transparencia de los precios, la accesibilidad del mercado y la responsabilidad corporativa que deben mantener las empresas. Acontecimientos como la pandemia de COVID-19 pusieron de relieve y sometieron a escrutinio no sólo el poder de la rápida innovación en el sector farmacéutico, sino también las profundas desigualdades y tensiones estratégicas que configuran el acceso mundial a los medicamentos y a los tratamientos que salvan vidas.

El precio de los medicamentos se ha convertido en una preocupación grande pública. Los medicamentos esenciales siguen estando fuera del alcance de ciertas clases de la economía debido a sus costes ampliamente elevados, incluso en los países de renta alta y especialmente en las regiones de renta baja y media. Las empresas farmacéuticas justifican los precios por la necesidad de recuperar las inversiones realizadas en investigación y desarrollo, ensayos clínicos y aprobaciones, que son algunos de los mayores retos a los que deben hacer frente las empresas. La dinámica entre los comportamientos estratégicos está influida por la competencia en el mercado, el control de las patentes y los organismos de salud pública como la FDA - Food and Drug Administration en EE. UU. que controla y aprueba toda la fabricación de medicamentos en América - y la Comisión Europea. Esta relación crea una tensión compleja entre la necesidad de las empresas de mantener su rentabilidad y garantizar el acceso público a la atención sanitaria. Existe un gran imperativo ético y moral para que las empresas puedan garantizar este acceso al público, limitando la cantidad de población que no puede permitirse una simple asistencia sanitaria.

Esta tesis pretende analizar esta tensión a través de la Teoría de Juegos, los marcos que estudian las interacciones estratégicas de los decisores racionales. La industria es un candidato perfecto para este estudio debido a las conexiones de muchas empresas, reguladores y necesidades públicas. Estas relaciones pueden modelarse como juegos por sus incentivos y resultados distintivos. Aplicando estos juegos, el estudio explora cómo las empresas farmacéuticas navegan por estos campos de cooperación, competencia y estrategia en su entorno. Además, las finanzas sostenibles se están convirtiendo en una industria con potencial de expansión enorme. Con las prioridades mundiales se están desplazando hacia la salud a largo plazo y las prácticas de inversión éticas, las finanzas sostenibles ofrecen un marco potencial que puede equilibrar la rentabilidad con el impacto social.

El objetivo es evaluar críticamente cómo se puede utilizar la Teoría de Juegos para comprender mejor el comportamiento estratégico de las empresas farmacéuticas, en particular en relación con la fijación de precios y la dinámica competitiva, y cómo pueden integrarse en estos modelos los principios de las finanzas sostenibles. Es importante destacar que el análisis no sólo es pertinente en el actual clima mundial, sino también esencial para la formulación de futuras políticas sanitarias y decisiones de inversión, así como para exigir responsabilidades a las empresas de la industria farmacéutica.

Objetivos de la investigación

1. **Investigar la industria farmacéutica:** Analizar la industria farmacéutica, incluyendo los jugadores principales, la competencia, los reguladores y el entorno de la industria. Subrayar la importancia de investigación y desarrollo y como los retos que se enfrentan las empresas afectan la industria.
2. **Estudiar modelos específicos de teoría de juegos:** Analizar modelos específicos de la teoría de juegos, teoría de Bertrand, teoría de Stackleberg y Dilema del Prisionero. Estos modelos mostrarán cómo las empresas utilizan estas estrategias para vencer a su competencia y ganar más cuota de mercado, incluidas sus estrategias de fijación de precios.

3. **Aplicación de los modelos de teoría de juegos:** Aplicar las teorías visto en el mundo real de las farmacéuticas usando casos reales para explicar y demostrar las decisiones y estratégicas de las empresas. Analizar cómo pueden las empresas implementar las teorías de juego para mejorar la accesibilidad al público mientras mantienen sus rentabilidades.

4. **Financiación sostenible:** Analizar posibles topes de precios, el uso del dilema del prisionero para determinar precios más bajos que se ajusten a las expectativas normativas y sociales. Explicar cómo las empresas pueden reducir sus precios para que sean más sostenibles para el público, debido a los diversos problemas que plantean los medicamentos de alto precio para enfermedades comunes. También se pueden mencionar las implicaciones éticas de la fijación de precios de los medicamentos y la competitividad en este campo, dada la reputación, o el estereotipo, de la industria farmacéutica de ofrecer medicamentos excesivamente caros.

Estructura:

Esta tesis está estructurada en 7 capítulos principales, cada uno diseñado para basarse en el anterior y crear un análisis cohesivo y profundo sobre cómo la teoría de juegos y su aplicación pueden cambiar la estructura del entorno farmacéutico. El capítulo 1 presenta la pregunta de investigación, los marcos generales utilizados, los objetivos y por qué he elegido estudiar este tema. El capítulo 2 inicia la revisión de la bibliografía y ofrece un retrato detallado de la industria farmacéutica, los actores clave y los retos a los que se enfrentan muchas empresas mientras se encuentran en este mercado altamente competitivo. Da pie a muchas posibles explicaciones de los elevados precios de los medicamentos antes de ser analizadas y debatidas con más detalle en los capítulos siguientes. El capítulo 3 describe los fundamentos de la Teoría de Juegos, cómo funcionan los marcos y todas las funciones principales dentro de cada juego y jugador. Abarca toda la teoría necesaria para poder combinar los dos temas en el capítulo 4. El Capítulo 4 aplica estos marcos de la Teoría de Juegos a la industria farmacéutica explorando estudios de casos, analizando los resultados existentes y potenciales de diferentes escenarios para dar lugar a explicaciones detrás de los altos precios disponibles para los consumidores.

El capítulo 5 aborda las preocupaciones ESG en la industria, seguido del análisis del capítulo 6 sobre la importancia de estas preocupaciones y marcos para las finanzas sostenibles. Se trata de una de las secciones más importantes, ya que aborda el modo en que las empresas pueden utilizar los instrumentos financieros sostenibles para mejorar la sociedad, alcanzar los objetivos ASG y, al mismo tiempo, mantener los beneficios y su reputación. Por último, el capítulo 7 concluye la tesis resumiendo las principales conclusiones, debatiendo la importancia general de la investigación, reconociendo las limitaciones y proponiendo acciones futuras. En conjunto, estos capítulos pretenden proporcionar una comprensión teórica y práctica de cómo puede utilizarse la teoría de juegos para aplicar estrategias más éticas y sostenibles a las empresas de la industria farmacéutica.

Metodología:

Esta tesis utiliza un enfoque teórico cualitativo para analizar cómo se pueden aplicar los marcos de la teoría de juegos a la industria farmacéutica, centrándose en el mercado de la vacuna COVID-19. La investigación se basa en una mezcla de revisión de marco teórico, aplicación conceptual de modelos económicos establecidos dentro de la teoría de juegos y algunos análisis de casos prácticos para ver la aplicación en el mercado del mundo real. En primer lugar, se hace un examen exhaustivo de la industria farmacéutica, sus principales actores y los diferentes retos y normativas del mercado, seguido de una revisión en profundidad de los trabajos académicos existentes sobre los marcos de la teoría de juegos, en particular la teoría de Stackleberg, la teoría de Bertrand y el juego de los prisioneros. En segundo lugar, se utilizaron dos estudios de casos para aplicar estos marcos y comprender por qué y cómo reacciona cada actor. En concreto, se centraron en empresas como Pfizer, Moderna y Sanofi. Se utilizaron documentos jurídicos publicados públicamente, datos disponibles e informes de los medios de comunicación para comprender cómo las decisiones relativas a los precios y las estrategias se vinculan con los marcos de la teoría de juegos.

A lo largo de todo el análisis, la tesis adopta una lente conceptual e interpretativa en lugar de modelos empíricos o cuantitativos. El objetivo es utilizar la teoría de juegos para comprender y predecir el comportamiento de las empresas en entornos en los que hay mucho en juego y mucha competencia, así como para reflexionar sobre las consecuencias éticas de dicho comportamiento. La metodología elegida permite que la investigación aúne

conocimientos teóricos con ejemplos prácticos del mundo real, proporcionando una comprensión matizada del panorama estratégico de la industria farmacéutica.

1. El Mercado Farmacéutica

1.1 Análisis de la industria

La industria farmacéutica es un sector estratégico dentro de la economía mundial, que desempeña un papel crucial en la salud pública y el desarrollo tecnológico y científico. Su principal objetivo es la investigación, producción y distribución de medicamentos para prevenir, tratar y curar enfermedades. Sin embargo, se trata de un mercado extremadamente regulado, que requiere importantes inversiones en innovación y la aprobación de organismos que evalúan tanto la eficacia como la seguridad de cualquier nuevo fármaco que se quiera comercializar. Las empresas farmacéuticas se enfrentan a la dura competencia de multinacionales, empresas emergentes de biotecnología y fabricantes de medicamentos.

La importancia de la industria farmacéutica va más allá de su contribución a la salud humana, pero también tiene un impacto económico sustancial, tanto directo como indirecto. Los impactos directos sugieren cosas como la creación de empleo en todo el mundo y la contribución al PIB mundial. Los impactos indirectos permiten la creación de valor y la dependencia de las cadenas de suministro globales, que permiten la compra y venta de materiales entre las partes, generando riqueza. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2023), el mercado farmacéutico mundial superó los 1,4 billones en ventas en 2022, impulsado por el aumento de las enfermedades crónicas, el envejecimiento de la población y el avance de la tecnología que dio lugar al desarrollo de nuevas terapias (Juneja et al., 2024). El sector farmacéutico es una industria muy fragmentada, que se comporta como duopolio, monopolio temporal u oligopolio, dependiendo de cada situación y circunstancias.

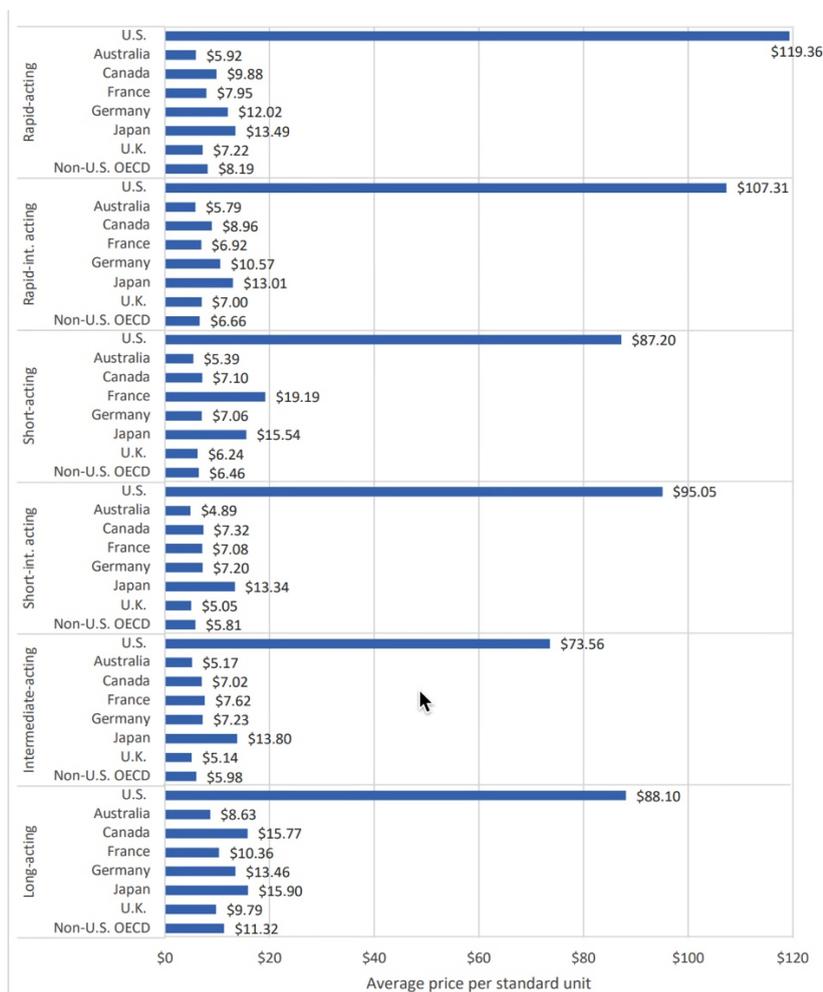
1.2 Precios

El mercado estadounidense no sólo es uno de los mayores mercados farmacéuticos, sino uno de los más caros del mundo. Según datos de Bloomberg, los estadounidenses pagan hasta tres

veces más por los medicamentos recetados que los residentes de otros países de renta alta (Langreth, 2024). En 2022, el coste anual de los medicamentos con receta era de 1.400 por persona. Esta disparidad se define especialmente en torno a los medicamentos que salvan vidas o para tratamientos a largo plazo, como la insulina o los medicamentos para enfermedades autoinmunes. A diferencia de la mayoría de los países desarrollados, Estados Unidos no cuenta con una autoridad central que negocie los precios de los medicamentos en nombre del público. En su lugar, los precios de los medicamentos están muy influidos por la dinámica del mercado, las protecciones de patentes y las decisiones que a menudo obedecen a estrategias de mercado más que a necesidades de salud pública. El proceso de fabricación y el lanzamiento de nuevos medicamentos están controlados por un organismo regulador llamado FDA, del que se hablará más adelante en este estudio, que hace que la producción de medicamentos sea un proceso complicado y costoso; sin embargo, no tienen poder de negociación para asegurarse de que bajen los precios. La Organización Mundial de la Salud, junto con la Iniciativa de Medicamentos de Oslo, creada en 2020, ha pedido modelos de acceso y fijación de precios más sostenibles, pero la reforma es un proceso lento y complejo debido al comportamiento de las empresas farmacéuticas que operan en una estructura de mercado oligopolista (Docteur, 2022).

La insulina es una hormona que salva vidas y se utiliza para regular los niveles de glucosa en sangre de los diabéticos, tanto para la diabetes de tipo 1 como para la de tipo 2. La insulina se presenta en categorías específicas, desde la humana hasta la velocidad de eficacia, como la de acción rápida, la de acción corta y muchas más; véase la tabla siguiente. Si comparamos EE. UU. con otros países, podemos ver que el precio del fabricante estadounidense por unidad estándar en todos los tipos de insulina fue de 98,70 \$, frente a los 6,94 \$ de Australia y los 12 \$ de Canadá, etcétera.

Figura 1: Precio promedio por unidad estándar, según categoría de tiempo de administración de insulina, comparación seleccionada de 2018.



Fuente: (Mulcahy et al., 2020)

Como podemos ver en la tabla, la insulina que se vende en Estados Unidos es unas 10 veces más cara que en los países de comparación, lo que obliga a algunos estadounidenses a cruzar fronteras para obtener insulina más asequible, poniendo de manifiesto la crisis de asequibilidad y acceso.

El elevado coste de la insulina es peligroso. Muchos informes han documentado casos de racionamiento de insulina, que consiste en tomar una dosis menor de la necesaria debido al elevado coste, lo que provoca graves complicaciones de salud e incluso la muerte. Un estudio reciente mostraba que una farmacéutica danesa, Novo Nordisk, podía producir de forma rentable el suministro de un mes de su tratamiento para la diabetes, Ozempic, por menos de 5

dólares, sin embargo, en Estados Unidos se vende a 1.000 dólares por la misma cantidad. (Langreth, 2024). Es uno de los ejemplos de medicamento de alto coste que no puede sustituirse, tras las inyecciones de epinefrina para las reacciones alérgicas. Se trata de una versión artificial de la adrenalina que, sin su inyección, quienes sufren reacciones alérgicas graves pueden entrar en shock anafiláctico, que puede ser mortal. Hay distintos tipos de epinefrina y las personas tienen que comprobar con su seguro cuál está cubierta y cuál no, pues de lo contrario tienen que pagar el precio completo. Empezando por la marca EpiPen, que contiene 2 auto inyectores, cuesta unos 650 dólares, mientras que otras dosis que no son de marca pueden oscilar entre 100 y 200 dólares (Anderson, 2024).

Los seguros sanitarios públicos, como Medicaid, están diseñados para proporcionar cobertura médica a personas y familias con ingresos bajos. Los requisitos de elegibilidad cambian de un estado a otro, y cubre de media a 1 de cada 5 personas. Para ayudar con los medicamentos caros, los fabricantes de fármacos deben proporcionar reembolsos a los programas de Medicaid a cambio de que se cubran sus medicamentos, lo que ayuda a reducir el coste de los medicamentos de marca. Los afiliados suelen tener gastos de bolsillo muy bajos o nulos y hace que la educación sea más accesible para las poblaciones vulnerables; sin embargo, al estar financiado conjuntamente por los estados, hay una inmensa presión financiera sobre los presupuestos y el acceso es más restringido. Medicaid no puede negociar los precios, a diferencia de otros sistemas sanitarios nacionales, como el británico. Medicaid está obligado a aceptar casi todos los medicamentos, lo que limita su capacidad para excluir los de alto coste incluso cuando existen alternativas más baratas (Burns et al., 2025).

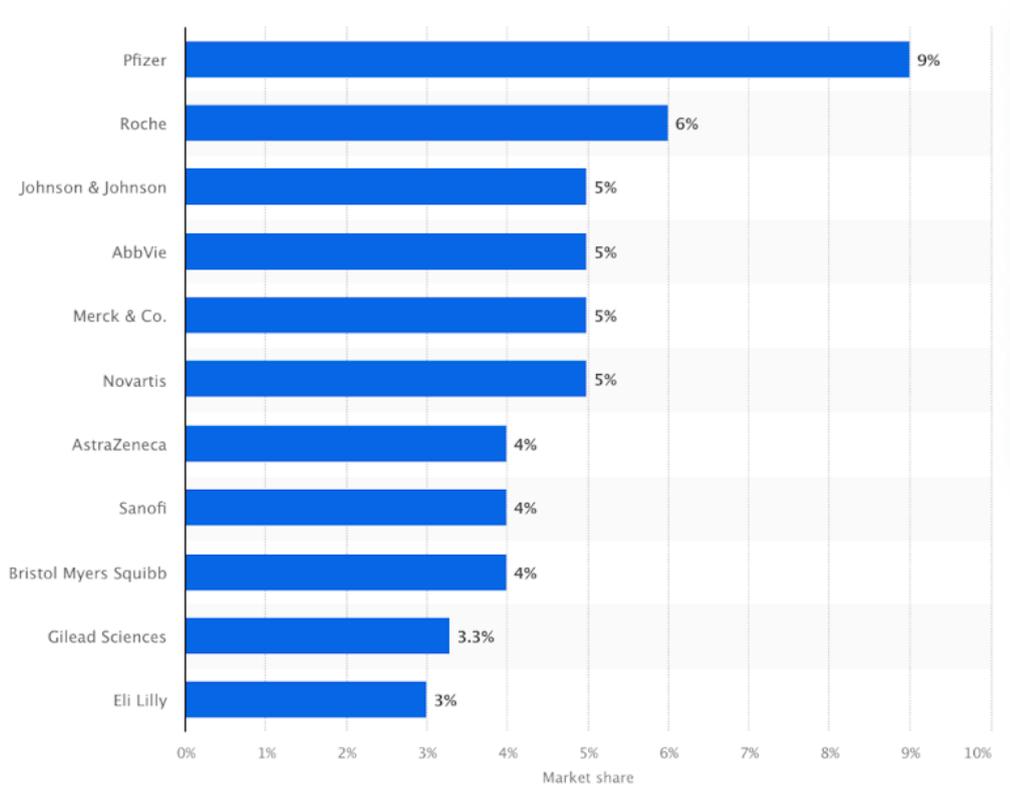
Por mucho que el seguro público de enfermedad ayude a reducir algunos costes desorbitados, no ofrece una solución permanente al problema que nos ocupa, que es que miles de millones de personas sufren a manos de los elevados precios de los medicamentos. En las siguientes secciones exploraré otros posibles factores que influyen en las empresas farmacéuticas y en los precios de sus productos.

1.3. Líderes en la Industria Farmacéutica

Las empresas más influenciadas y grandes en el mercado de farmacéuticas son Pfizer, Roche y Johnson y Johnson. Estas empresas conducen la innovación mediante grandes inversiones en

investigación y desarrollo.

Figura 2: Líderes en la Industria Farmacéutica



Fuente: (Mikulic, 2024)

(A) Pfizer

Fundada en 1849 por Charles Pfizer y Charles Erhart en Brooklyn, Nueva York. La empresa tiene más de 170 años y es una de las compañías farmacéuticas más antiguas. Es conocida por su producción masiva de penicilina, que se remonta a la Segunda Guerra Mundial, y el suministro de tratamientos durante la Guerra Civil, hasta 2020-2021 y su avance vital con la vacuna en respuesta al estallido de la pandemia de COVID-19. La empresa desarrolla medicamentos en muchas áreas de especialización, como cardiología, endocrinología y oncología. (Pfizer, 2025). Su cartera de vacunas es impresionante, con importantes contribuciones al desarrollo y la distribución de muchas vacunas. Sólo en 2023, la empresa invirtió 10.700 millones de dólares en sus proyectos de I+D.

Sin embargo, forman parte de uno de los mayores escándalos y acuerdos por fraude sanitario que han existido. En 2009, la empresa aceptó pagar un acuerdo de 2.300 millones de dólares

para resolver las acusaciones de prácticas de marketing ilegales en relación con su analgésico Bextra, un medicamento que no había sido aprobado por la FDA (Justice Department, 2025). También se les declaró culpables de ofrecer comisiones ilegales a profesionales sanitarios por promocionar el fármaco y la prescripción de Bextra y otros medicamentos. Se declararon culpables de delitos graves y pagaron una multa penal adicional de casi 2.000 millones de dólares.

(B) Roche

Roche es una empresa multinacional de salud fundada en 1896 en Suiza, ahora una de las mayores empresas de biotecnología. Es famosa por su contribución a los productos farmacéuticos y diagnósticos, y por hacer hincapié en la excelencia y las soluciones centradas en el paciente (Roche, 2025).

Su estructura corporativa comprende dos segmentos principales:

1. Farmacéutica: centrada en el desarrollo de medicamentos innovadores en ámbitos como la oncología, la inmunología y las enfermedades infecciosas.
2. Diagnóstico: la empresa ofrece una amplia gama de pruebas diagnósticas que permiten a los profesionales sanitarios detectar antes las enfermedades y controlar la eficacia de los tratamientos. El objetivo es mejorar los resultados de los pacientes, lo que da fe de su compromiso con el cuidado de sus consumidores (Roche, 2025).

Sin embargo, en 2012 la Agencia Europea de Medicamentos inició una investigación contra Roche por no notificar unas 80.000 posibles reacciones adversas a medicamentos, incluidas 15.000 muertes (CBS News, 2012). Estas notificaciones estaban relacionadas con medicamentos aprobados anteriormente, como Herceptin y Tamiflu. Lamentablemente, la Comisión Europea decidió no emprender acciones legales debido al reconocimiento de las deficiencias por parte de la empresa y a las medidas adoptadas para prevenirlas y mejorar sus sistemas. (EMA, 2017).

(C) Johnson y Johnson

Johnson and Johnson es quizá uno de los nombres más conocidos de la sanidad mundial. Fundada en 1886, la empresa ofrece productos y servicios sanitarios, con una amplia cartera que abarca productos farmacéuticos, tecnologías médicas y productos sanitarios de consumo (JnJMedTech, 2025).

Opera en tres estructuras principales:

1. Farmacéutica: es el segmento más grande y rentable de la empresa, y desarrolla tratamientos como inmunología, neurología y enfermedades infecciosas.
2. Dispositivos médicos: Papel principal en el suministro de instrumental quirúrgico utilizado en hospitales, clínicas y centros quirúrgicos de todo el mundo.
3. Consumer Health: Sus marcas más famosas, como Band-Aid, Johnson's Baby y Neutrogena, son ahora empresas independientes que cotizan en bolsa, denominadas Kenvue

Tuvieron un éxito notable durante la pandemia de COVID-19 por suministrar una vacuna de una sola inyección de forma rápida y eficaz al público para evitar la propagación del virus. Lamentablemente, se descubrió que uno de sus productos más famosos, los polvos de talco de Johnson and Johnsons, contenía amianto, y que la empresa lo sabía desde el principio y no informó de sus hallazgos a la FDA. En septiembre de 2024, la filial de la compañía para el polvo de talco tuvo que declararse en quiebra y está proponiendo tanto como 10 \$ mil millones para manejar las reclamaciones de exposición y los efectos secundarios como el cáncer (Rogers, 2025).

Es innegable que estas empresas forman una parte enorme del progreso sanitario mundial. Cada empresa aporta sus propios descubrimientos, pioneros de tratamientos y nuevas tecnologías que ayudan a curar enfermedades y a mejorar la calidad de vida de millones de personas. Sin embargo, sus historias nos demuestran que ni siquiera los nombres más respetados son inmunes a los errores éticos. Por muy impresionantes que sean sus innovaciones, sus fallos ponen de manifiesto lo importante que es contar con salvaguardias esenciales: ensayos clínicos,

información transparente y una estricta supervisión reguladora por parte de organismos como la FDA y la EMA. Cuando empresas como estas cometen errores, ya sea por accidente o a propósito, las consecuencias no son solo económicas, sino que afectan a vidas reales, a personas reales y a sus saludes. Antes de adentrarnos en los detalles de la Teoría de Juegos en relación con el modo en que las empresas fijan sus precios y gestionan la competencia encajan realmente en este marco, cabe señalar que una de las razones de estos elevados precios impuestos a los tratamientos y productos médicos es el resultado de todas estas salvaguardias que se ponen en marcha para evitar que se produzcan errores y mantener a salvo al público. Cuanto mayor es el riesgo en la industria, más caro y controlado es el entorno.

1.4. Autoridades Reguladores

Los organismos reguladores son uno de los agentes más importantes de la industria farmacéutica, ya que garantizan que todos los productos que se suministran a los pacientes y al sistema sanitario, ya sean medicamentos de venta con o sin receta, medicamentos o tratamientos que salvan vidas, no sólo son seguros, sino también eficaces. Esto significa que tienen normas y reglamentos muy estrictos que las empresas farmacéuticas deben cumplir y mantener al día, pues de lo contrario, además del perjuicio económico, se produce un daño a la reputación cuando el público tiene conocimiento de la existencia en el mercado de medicamentos o productos sanitarios potencialmente nocivos.

Las empresas farmacéuticas deben invertir más tiempo y recursos en cumplir constantemente las nuevas normativas, adaptando sus procesos de fabricación para cumplir normas de calidad más estrictas, lo que obliga a las empresas a invertir en departamentos reguladores que gestionen y supervisen su cumplimiento. Estos departamentos garantizan que las empresas se mantengan al día de la evolución de la normativa, contratando a expertos e implantando sistemas de gestión de la información reglamentaria. Como consecuencia, los lanzamientos de productos se retrasan, lo que aumenta los costes para las empresas. Con unas directrices más estrictas, las empresas se ven obligadas a realizar ensayos más exhaustivos, que demuestren su seguridad y eficacia (Rubió, 2023).

(A) Food and Drug Administration – FDA

La Food and Drug Administration (FDA) es conocida por su cuidado de la salud pública y la seguridad de los medicamentos, productos sanitarios, productos biológicos, productos veterinarios, cosméticos y alimentos en Estados Unidos (FDA, 2025). Fundada en EE. UU en junio de 1906, vela por que todos los medicamentos del mercado cumplan rigurosas normas de seguridad, eficacia y calidad (Swan, 2018). El proceso de la FDA comienza con la aprobación del medicamento, que implica varias fases de pruebas antes de que el nuevo fármaco pueda comercializarse a los consumidores. De la investigación preclínica aprobada se pasa a los ensayos clínicos, divididos en tres fases: un pequeño grupo de voluntarios sanos, el seguimiento de los efectos secundarios y, por último, la ampliación a una población mayor, donde las empresas pueden controlar y confirmar la eficacia, al tiempo que comprueban las reacciones a largo plazo. Sólo después de completar estos pasos pueden las empresas farmacéuticas presentar una solicitud de nuevo fármaco (NDA) para su revisión y aprobación por la FDA.

Antes de conceder las autorizaciones, la FDA está muy interesada en ver pruebas de los beneficios y riesgos de un fármaco, lo que significa que las empresas tienen que proporcionar datos exhaustivos sobre estos ensayos clínicos y la vigilancia que se menciona a continuación. Al esforzarse por cumplir estos cambios normativos, las empresas se enfrentan a importantes implicaciones financieras, lo que significa que estos costes más elevados se trasladan a los pacientes y a los sistemas sanitarios. El incumplimiento de estas normativas implica un coste financiero aún mayor mediante la aplicación de multas y la retirada de productos del mercado.

Estas multas son extremadamente costosas y ascienden a miles de millones para las empresas que no cumplen la normativa. La FDA multó tanto a Pfizer en 2009 con un total de 2.300 millones de dólares como a Johnson and Johnson con un total de 2.200 millones en 2013 por «promoción no autorizada o no autorizada de productos médicos». Muchas más empresas como Amgen Inc, Allergan Inc y AstraZeneca LP son multadas constantemente por la FDA por la misma infracción, y eso que solo hay una infracción y un organismo regulador (Violation Tracker, 2025).

(B) European Medicines Agency (EMA)

La Organización Mundial de la Salud se fundó en 1948 y es el organismo especializado de las Naciones Unidas para la salud pública internacional (WHO, 2025). Cuenta con 194 Estados miembros y opera a través de seis oficinas regionales en todo el mundo. La Asamblea Mundial de la Salud es el órgano rector de la OMS y ha aprobado cinco áreas prioritarias: salud del hombre, alimentación y nutrición adecuadas, control integrado de enfermedades, difusión de información e intensificación de la acción sanitaria para el desarrollo (Nijhoff, 1993).

La OMS inicia y apoya actividades encaminadas a crear líderes a escala nacional para que puedan aplicarse los cambios necesarios en pro de la salud. La organización es uno de los grupos más activos en materia de salud, formando la «Tercera Conferencia Internacional sobre Promoción de la Salud juntamente con los países nórdicos, organizó una internacional con más de 200 participantes de 37 países con Ghana para romper el ciclo de la pobreza como forma de intentar incluir a los más débiles y vulnerables en la planificación del desarrollo económico y social (Nijhoff, 1993).

Entre las principales funciones de la OMS figuran

1. Establecer normas sanitarias internacionales
2. Coordinar las respuestas sanitarias mundiales
3. Apoyar los sistemas de salud
4. Realizar investigaciones y difundir información

La OMS actúa como nexo de coordinación e intercambio de conocimientos, especialmente en tiempos de crisis como COVID 19. La pandemia puso verdaderamente de relieve la importancia de la coordinación, ya que las orientaciones y los informes de situación de la OMS configuraron gran parte de la respuesta internacional (WHO, 2025). Su responsabilidad no es sólo reaccionar, sino prevenir, ayudando a gobernar los planes a largo plazo y a reducir el riesgo.

1.5. Retos en el Mercado

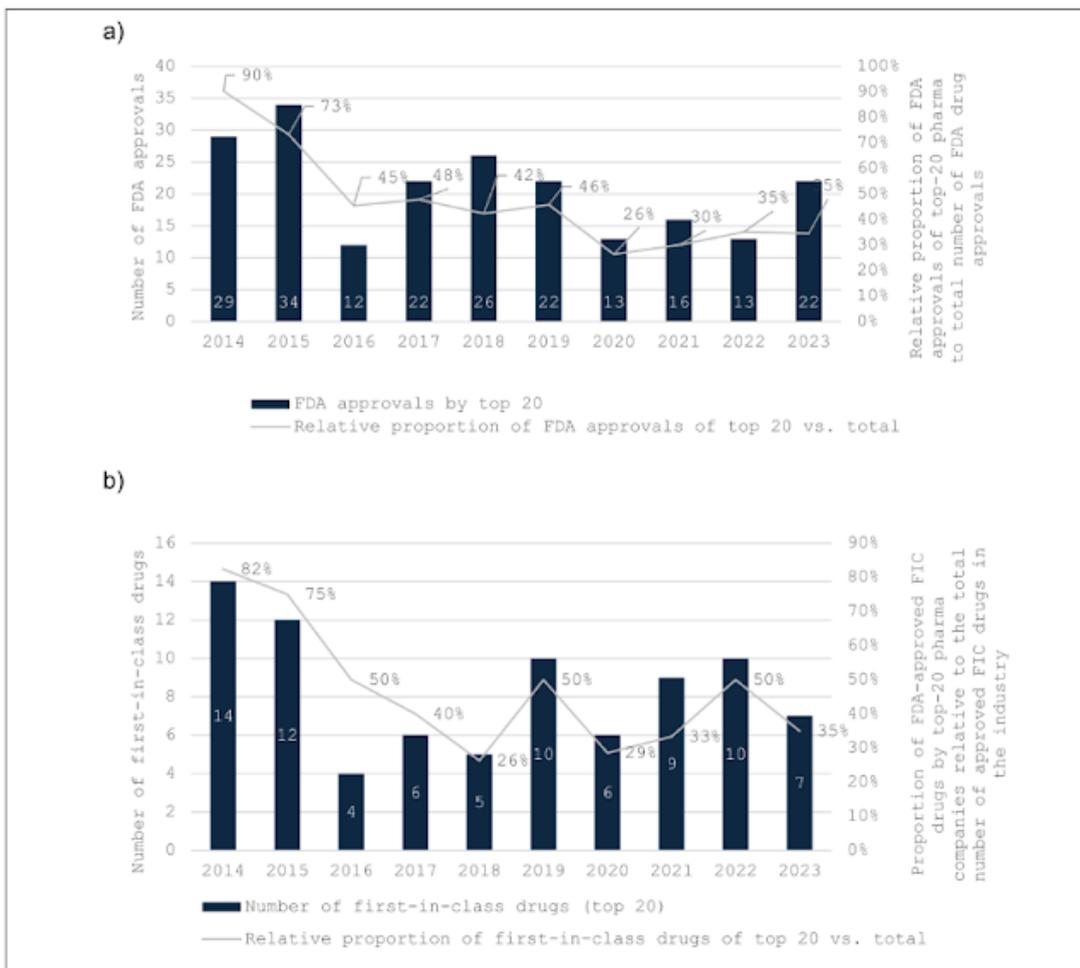
En esta sección exploraremos cómo influyen los distintos factores ambientales e internos de las empresas farmacéuticas en las estrategias de fijación de precios de las mismas. El coste en sí no se determina de forma aislada, sino que viene determinado por una compleja interacción de marcos reguladores, competencia e investigación y desarrollo. Comprender estos retos es esencial para entender por qué los precios de los medicamentos siguen siendo elevados y por qué a menudo resulta difícil aplicar soluciones.

(A) Agentes reguladores son más reacios al riesgo

Como se mencionó anteriormente, la FDA es un organismo regulador que aplica reglas estrictas sobre la fabricación de productos o tratamientos para la salud. Son uno de los mayores, si no el mayor, desafío al que se enfrentan las compañías farmacéuticas cuando innovan nuevos medicamentos, y uno que reduce significativamente los resultados de las empresas. En la tabla proporcionada, podemos ver un resumen de un estudio completado en torno a los resultados de Investigación y Desarrollo de las 20 principales compañías farmacéuticas y la tasa de aprobación de las FDA a lo largo de casi una década, de 2014 a 2023. Podemos ver una caída de las aprobaciones a lo largo de los años, con solo ligeras mejoras después de la pandemia de COVID-19. Su participación en la producción de I+D del sector disminuyó del 72% en 2014 al 40% en 2023. Algunas de las principales empresas que se analizaron incluyen Pfizer, Novartis y AstraZeneca, que obtuvieron una puntuación por encima de la media en las aprobaciones anuales de medicamentos, en comparación con empresas como Astellas y Biogen, que obtuvieron una puntuación inferior a la media en la misma categoría.

Estas empresas líderes pierden su capacidad no sólo para mejorar, sino también para mantener y mantener su contribución a la innovación en I+D. Su ventaja competitiva se pondrá en duda, ¿serán capaces de mantenerse al día con las compensaciones de patentes y serán capaces de garantizar el éxito del mercado a largo plazo y sus modelos de negocio.

Figura 3: La disminución de las aprobaciones de la FDA



Fuente: (Schuhmacher et al. 2024)

Cuanto más estrictos se vuelven estos organismos reguladores, más datos e información requieren para examinar cada posible efecto secundario o reacciones adversas. Como se mencionó anteriormente con solo unas pocas de las principales compañías farmacéuticas del mundo, estas decisiones y políticas están bajo estricto escrutinio del público, ya que se perciben como “lack of robustness in the post marketing monitoring process”. No solo es suficiente proporcionar datos durante los ensayos clínicos y hasta la liberación del fármaco, sino también acceso continuo a la información sobre el rendimiento del fármaco. Su requisito es demostrar la eficacia a largo plazo de los tratamientos, y el suministro de esta información supone un aumento del coste financiero para las empresas, lo que aumenta los costes de I+D. (EFPIA, n.d.)

(B) Dificultades realizando investigaciones

La investigación y el desarrollo es el aspecto más importante de una empresa farmacéutica. Es responsable de descubrir, diseñar y desarrollar nuevos fármacos y terapias que son esenciales para abordar las necesidades médicas no cubiertas y mejorar los resultados de los pacientes en todo el mundo. La investigación farmacéutica se está inclinando cada vez más hacia el desarrollo de tratamientos para enfermedades crónicas y degenerativas. Esto significa que los ensayos clínicos para tales condiciones son más costosos debido a que son más complejos y requieren un mayor nivel de atención y seguimiento del paciente. Cuanto más compleja sea la situación, más grande será el grupo de participantes y más tiempo para demostrar la eficacia. Como resultado, el costo de desarrollar nuevos medicamentos ha aumentado ampliamente, oscilando entre 231 millones de dólares desde la década de 1980 a más de 800 millones de dólares en 2000. Uno de los mayores costos de la fabricación de un nuevo producto o tratamiento son los ensayos clínicos. Con el enfoque cambiando de las enfermedades a corto plazo a las enfermedades a largo plazo, encontrar candidatos adecuados es más difícil. Hay una falta de científicos clínicos calificados para llevar a cabo estos estudios y, a menudo, las instalaciones de investigación están subdesarrolladas. Para las empresas europeas esto añade una tensión adicional a medida que luchan por competir y mantener su ventaja competitiva con las corporaciones estadounidenses.

Además, el apoyo a la investigación en etapas tempranas es vital. Ya sea que la investigación sea llevada a cabo por instituciones académicas o empresas de biotecnología, depende en gran medida de recursos y tecnologías cruciales. En 2002, la financiación de la salud pública para la investigación en los Estados Unidos era superior al 0,2% del PIB, pero en Europa era solo del 0,05%. Como resultado, los Estados Unidos contribuyen a más del 75% del total de la salud pública en investigación y desarrollo, en comparación con el pequeño 16% de la UE. Las empresas europeas están en desventaja y el progreso se ve obstaculizado. Estos problemas causan retrasos, mayores costos y una menor capacidad para innovar y competir a nivel mundial (Blok, 2024).

(C) Competencia

La competencia es sin duda uno de los mayores desafíos que enfrenta una empresa cuando trata de establecer su poder y posición en el mercado. La industria farmacéutica es demasiado inmensa para entrar sin ser comprada por las gigantes compañías farmacéuticas predominantes en el mercado. Aparte de los puntos mencionados anteriormente en relación con el alto costo de los medicamentos debido a la dificultad para llevar a cabo la investigación y los organismos reguladores, las condiciones del mercado y el comportamiento anticompetitivo tienen un impacto directo en el costo de los medicamentos.

1. Condiciones del Mercado

Las condiciones del mercado cambian la demanda y la oferta, lo que afecta directamente a los ingresos y la actividad de las empresas en el mercado. Por ejemplo, el aumento de la prevalencia de enfermedades crónicas, la disponibilidad de materias primas o pandemias (3SC, 2025). Cuando las empresas abandonan el mercado, los precios suben a medida que los competidores tratan de obtener ventaja de la mayor cuota de mercado. Cada cambio del mercado afecta a los precios. Parece que no hay una manera correcta de predecir el aumento en los precios o mantener un precio estable. Situaciones como medicamentos de una sola fuente, al igual que la vacuna de una sola dosis Johnson y Johnson, donde un fabricante de marca única produce un medicamento sin un aumento aparente de precios de competencia. Por otro lado, los estudios encontraron que se produjeron picos de precios cuando más de ocho compañías estaban fabricando el medicamento. Tal vez es una causa de colusión de precios o aumentos en el costo de los ingredientes, sin embargo, no importa la razón por la que el precio siempre parece disparar. Por ejemplo, las afecciones con variaciones estacionales como aumentos en la gripe o alergias experimentan cambios en la demanda en función de la época del año, lo que afecta directamente la venta de medicamentos como Strepsils, Vicks y antihistamínicos (Nicovaper, 2025).

Una preocupación importante que moldea las condiciones del mercado son las tensiones geopolíticas, como la actual guerra comercial entre China y Estados Unidos, que se aplican continuamente aranceles entre sí, lo que dificulta que las compañías farmacéuticas obtengan acceso a los materiales o productos necesarios para producir medicamentos que salvan vidas.

Estas condiciones obligan a las empresas a absorber el coste adicional, lo que significa un aumento del precio para sus consumidores.

2. Comportamiento Anti-Competencia

Hay varias maneras en que se produce un comportamiento anticompetitivo en el mercado, primero los fabricantes de genéricos pueden encontrar y elegir entrar en un mercado donde hay poca o ninguna competencia y fijar un precio alto para el medicamento. Un estudio realizado en 2016 por el Comité Especial sobre el Envejecimiento del Senado de los Estados Unidos que investigó el problema de los altos precios de los medicamentos genéricos y descubrió que cuatro empresas que “followed a business model (with some variation) that enabled them to identify and acquire off patent sole-source drugs over which they could exercise de facto monopoly pricing power and then impose and protect astronomical price increases”.

Figura 4: Cinco elementos del modelo de negocio que permitieron a empresas explotar los mercados

<p>Sole-Source. The company acquired a <i>sole-source drug</i>, for which there was only one manufacturer, and therefore faces no immediate competition, maintaining monopoly power over its pricing.</p>
<p>Gold Standard. The company ensured the drug was considered the <i>gold standard</i>—the best drug available for the condition it treats, ensuring that physicians would continue to prescribe the drug, even if the price increased.</p>
<p>Small Market. The company selected a drug that served a <i>small market</i>, which were not attractive to competitors and which had dependent patient populations that were too small to organize effective opposition, giving the companies more latitude on pricing.</p>
<p>Closed Distribution. The company controlled access to the drug through a <i>closed distribution system</i> or specialty pharmacy where a drug could not be obtained through normal channels, or the company used another means to make it difficult for competitors to enter the market.</p>
<p>Price Gouging. Lastly, the company engaged in <i>price gouging</i>, maximizing profits by jacking up prices as high as possible. All of the drugs investigated had been off-patent for decades, and none of the four companies had invested a penny in research and development to create or to significantly improve the drugs. Further, the Committee found that the companies faced no meaningful increases in production or distribution costs.</p>

Fuente: (Kaufman, 2023)

No solo siguiendo un modelo de negocio similar, las empresas también pueden colaborar con otras firmas para mantener sus precios artificialmente altos, cayendo bajo las leyes antimonopolio. En 2019 hubo un caso antimonopolio masivo que incluyó a 44 fiscales generales estatales, anunciando una demanda contra Teva Pharmaceuticals y otros 19 grandes

fabricantes de medicamentos genéricos por conspirar para inflar artificialmente y manipular los precios para reducir la competencia por más de 100 medicamentos genéricos diferentes (Naag, 2019). Leyes antimonopolio concebidas para promover la competencia leal en el mercado a fin de evitar daños a los consumidores, y que son aplicadas por organismos gubernamentales como la Comisión Federal de Comercio (FTC) y el Departamento de Justicia de los Estados Unidos de América. Pueden perseguir sanciones civiles y penales contra empresas como estas compañías farmacéuticas que violan las leyes (Nguyen, 2022).

Por ejemplo, la demanda FTC vs Actavis en 2013 fue un caso importante en la Corte Suprema de los Estados Unidos, donde Actavis fue demandado por Solvay por infracción de patentes y en lugar de continuar la demanda, llegaron a un acuerdo de pago inverso, lo que significó que Solvay pagó millones a Actavis para retrasar la comercialización de su versión genérica de un medicamento. La FTC se involucró debido al daño causado a los consumidores al retrasar los medicamentos genéricos más baratos (Acosta et al., 2024). Esto violó la Ley Sherman, la primera ley antimonopolio establecida en 1890, que prohibía cualquier práctica comercial monopolística (National Archives, n.d.).

3. Barreras de Entrada debido a los Patentes

Una patente es un documento legal que otorga derechos exclusivos al inventor de su invención durante un período de tiempo limitado. Es para evitar que otros exploten comercialmente la invención o la utilicen sin la aprobación. En la industria farmacéutica, la información se considera propiedad intelectual de una empresa y necesita una patente para impedir que otras empresas utilicen la misma información y la apliquen a su propia producción (WIPO, n.d.). Existe un monopolio de patentes en la industria farmacéutica y, desafortunadamente, las grandes empresas de marca utilizan la “patentabilidad estratégica”, que consiste en presentar múltiples patentes de varios aspectos sobre un solo medicamento para evitar que otras empresas, quizás fabricantes de genéricos más pequeños, desarrollen versiones alternativas sin infringir al menos una patente, retrasando o bloqueando efectivamente su entrada en el mercado (Gurgula, 2020). Las consecuencias de estas acciones ahogan la competencia y reducen el incentivo para la innovación, lo que trae consigo litigios y desafíos regulatorios, ya que el proceso es costoso e incierto para los nuevos participantes. No solo perjudica a los fabricantes de genéricos más pequeños, sino que el uso constante de patentes como barreras de entrada

plantea preocupaciones sobre el acceso a medicamentos asequibles, especialmente durante la crisis mundial. Los altos precios de estas entradas retrasadas pueden limitar el acceso de los pacientes, particularmente en las regiones de bajos ingresos. Esta es una cuestión ética importante, ya que las patentes sirven a los intereses corporativos a expensas de la salud pública (Davey, 2022).

Como resultado, el mercado se convierte efectivamente en un monopolio donde la empresa de marca controla la oferta y establece los precios sin presión competitiva. Sin genéricos o productores alternativos, los consumidores no tienen más remedio que confiar en el único titular de la patente, lo que refuerza la posición dominante de la empresa. Por ejemplo, Humira, el medicamento para la artritis reumatoide de AbbVie, fue un caso de libro de texto de patentes estratégicas en el que la empresa aplicó un laberinto de 70 patentes que hizo extremadamente difícil y costoso para los fabricantes de genéricos traer alternativas al mercado. Esto extendió efectivamente el monopolio de Humiras mucho más allá de la expiración de la patente original. Como resultado, las versiones más baratas se han retrasado, manteniendo los precios altos para los pacientes y los sistemas de salud (OnPoint Analytics, 2016).

2. Teoría de Juegos

2.1 Introducción

En la siguiente sección, examinaré la aplicación de la Teoría del Juego a la industria farmacéutica y proporcionaré información sobre los procesos de toma de decisiones estratégicas que continúan contribuyendo a los altos precios de los medicamentos. Este análisis también servirá como, en teoría, estos marcos podrían ser aprovechados para promover un comportamiento más cooperativo y potencialmente menores costos.

La Teoría de Juegos es el estudio de analizar situaciones donde individuos o grupos, en este caso llamados jugadores, toman decisiones que son interdependientes. Esto hace que cada jugador considere a los otros jugadores posibles decisiones o estrategias para poder formular su propia estrategia. Es un marco teórico destinado a producir soluciones óptimas para la toma de decisiones entre actores competidores en un entorno estratégico. En su esencia, la teoría de juegos se basa en varios modelos, que son representaciones simplificadas de las interacciones

de la vida real, que nos ayudan a reconocer patrones e identificar principios fundamentales que nos permiten aplicarlos a diferentes situaciones. Son modelos que permiten entender y analizar el comportamiento humano en entornos competitivos.

Cada juego estratégico consta de tres elementos principales (Farahani & Sheikhmohammady, 2014):

1. Jugadores: conjunto de tomadores de decisiones
2. Estrategia: Elecciones de los jugadores
3. Pago: valor especificado

El objetivo final no es solo entender estos comportamientos e interacciones, sino también mejorar los resultados. Ayuda a los empresarios, negociadores y responsables políticos a tomar mejores decisiones mediante el análisis de posibles incentivos, estrategias o amenazas, estimulando el pensamiento estratégico demostrando cómo nuestras decisiones pueden llevar a diferentes consecuencias. "*One reason for improving our understanding of the world is to enhance our ability to mold it to our desires.*" (Martin J. Osborne, 2000). Al aplicar estos conocimientos, obtenemos las herramientas para navegar por situaciones complejas de manera más efectiva y lograr los resultados deseados en varios campos.

Una formulación matemática facilita la definición de conceptos. Verifica la consistencia de las ideas y nos permite explorar las complicaciones de nuestras decisiones. El estilo es formal, lo que nos permite establecer definiciones y analizar los resultados de las ideas con precisión. Un juego es lo que llamamos un conjunto de interacciones estratégicas que incluye los límites de las acciones que los jugadores pueden tomar y sus intereses, pero no resalta qué acciones se toman. Entonces tenemos una solución que es la descripción de los resultados que pueden surgir en los juegos. (Martin J. Osborne and Ariel Rubinstein, 2011).

2.2. Tipos de Juegos

(A) Cooperativa y No Cooperativa

Los juegos no cooperativos son una rama de la teoría de juegos que analiza el comportamiento impulsado por objetivos egoístas, en el que los jugadores se niegan a comunicar sus estrategias

entre sí y deciden maximizar sus propios beneficios. Por otro lado, los juegos cooperativos son aquellos en los que los jugadores pueden crear acuerdos, negociar y establecer reglas que les obliguen a cooperar entre sí para crear una situación en la que todos salgan ganando, “win-win” situación. También se denominan juegos de coalición, en los que los jugadores pueden compartir sus ganancias y coordinar sus estrategias (Ho et al., 2022).

(B) Juegos simultáneos y secuenciales

Los juegos simultáneos son aquellos en los que los jugadores toman sus propias decisiones de forma independiente y simultánea, sin conocer las decisiones de los demás jugadores. En cambio, en los juegos secuenciales, los jugadores toman sus decisiones siguiendo un orden predefinido. En este caso, algunos jugadores pueden observar las decisiones de los demás y, por tanto, tomar las suyas anticipándose a sus competidores, lo que supone ventajas para algunos de los jugadores. Se dice que un juego secuencial tiene información perfecta y que un juego simultáneo tiene información imperfecta.

(C) Juegos simétricos y asimétricos

Un juego simétrico es aquel en el que todos los jugadores tienen estrategias y retribuciones idénticas, la estructura del juego para cada empresa es idéntica y la retribución sigue siendo la misma si intercambian posiciones. Por ejemplo, el dilema del prisionero, una teoría que se tratará más adelante en este estudio. Por otro lado, un juego asimétrico implica a jugadores que tienen papeles, estrategias, información o estructura de retribución diferentes. Un ejemplo es el modelo de competencia de Stackelberg, en el que cada empresa tiene diferentes secuencias de movimientos que conducen a ventajas y estrategias distintas.

2.3. Juegos Elegidos

Para este estudio, he optado por discutir tres modelos de teoría de juegos y cómo su marco teórico se puede aplicar a la industria farmacéutica, de la siguiente manera:

2.3.1. El Modelo Stackleberg

El modelo de Stackleberg (duopolio de Stackelberg) es un tipo de juego secuencial en el contexto de mercados oligopolísticos que describe una dinámica líder-seguidor entre empresas. Destaca cómo, en lugar de competir simultáneamente, las empresas compiten secuencialmente, haciendo que una empresa líder haga el primer movimiento estratégico mientras que la seguidora observa esta decisión y luego toma su propia decisión basándose en la del líder. Esto crea una gran ventaja para el líder, ya que establece y moldea las condiciones del mercado en su beneficio. Cabe preguntarse si es mejor que las empresas se muevan antes o después que las demás y cómo cambian las conclusiones cuando las empresas se mueven secuencialmente. Desarrollado por Heinrich von Stackelberg en 1934, es conocido por ser un modelo de competencia imperfecta basado en un juego no cooperativo y representa un “punto de ruptura en el análisis de la estructura del mercado, principalmente en el escenario del duopolio” (Rusescu, 2021).

En la industria farmacéutica esta dinámica es especialmente poderosa. Las grandes empresas que a menudo tienen patentes o dominio de marca actúan como líderes al lanzar nuevos medicamentos al mercado, obligando a las empresas más pequeñas a seguir y ajustar sus estrategias. Hace casi imposible que las nuevas empresas estén en la cima del mercado y mantengan una gran cuota de mercado cuando ya hay líderes establecidos.

El Modelo:

El modelo utiliza dos empresas que venden productos homogéneos sujetos a la misma demanda y al mismo coste. La primera, el «líder», tiene derecho a dar el primer paso dadas sus ciertas ventajas en el mercado, como el tamaño o el poder. Reconoce que su competidor sigue la hipótesis de Cournot, es decir, que cada jugador elige su cantidad de producción de forma independiente, suponiendo que la cantidad de producción de sus competidores es fija.

Basándose en este reconocimiento, puede determinar la curva de reacción de sus competidores e incluir su propia función de beneficios, actuando como un «monopolista» para maximizar el beneficio. La otra empresa, llamada seguidora, observa entonces esta estrategia y decide la suya propia. Su beneficio depende entonces del nivel de producción del líder. La acción del líder también es irreversible, ya que sabe que los seguidores observan sus acciones y establece su propio camino en consecuencia.

Ventajas del modelo Stackelberg:

1. Ventaja del pionero:

El líder puede asegurarse una posición ventajosa porque el modelo ofrece ideas estratégicas sobre cómo aprovechar la ventaja de ser el primero. Demuestra que el líder suele obtener mayores beneficios que en los modelos de movimientos simultáneos, lo que subraya la importancia y el valor de comprometerse pronto. La capacidad del líder para influir en el resultado del mercado fijando primero la cantidad o la prueba puede dar lugar a un equilibrio estable en el que los beneficios del líder suelen ser superiores a los de los seguidores.

2. Aplicabilidad práctica en todos los sectores

Este marco se utiliza ampliamente para analizar mercados del mundo real con empresas dominantes, como la tecnología, los sectores energéticos y las industrias en las que la inversión en investigación y desarrollo es clave para convertirse en líder. El modelo explica cómo los líderes del mercado establecen las normas del sector y configuran la dinámica competitiva. La aplicación se extiende a la política reguladora, la competencia en I+D y la industria de la seguridad, lo que demuestra la versatilidad y pertinencia del marco tanto en economía teórica como aplicada.

2.3.2. Dilema del Prisionero

El dilema del prisionero es un ejemplo de teoría de juegos no cooperativos, introducido por Merrill Flood y Melvin Dresher en los años 50 y desarrollado por Albert W Tucker. Ilustra la tensión entre la racionalidad individual y el bienestar colectivo, aportando grandes ideas sobre el conflicto, la cooperación y la confianza. A diferencia de la teoría de Stackelberg, no se trata de un juego secuencial, sino de un juego simultáneo en el que los jugadores actúan por su cuenta

y toman sus propias decisiones, independientemente unos de otros. En su forma clásica, hay dos jugadores racionales, cada uno enfrentado a la decisión de cooperar con el otro defecto. La matriz de pagos es tal que la deserción produce la mayor recompensa individual, la cooperación da lugar a una recompensa moderada y la deserción mutua conduce a un resultado subóptimo para ambos (The Decision Lab, 2023).

The scenario describes two prisoners up against a conviction of a crime committed and the dilemma presents a paradox of rational choice, whether one decides to testify against the other for a lighter sentence or cooperate for a moderate sentence. The application of this theory serves as a metaphor and highlights the challenges between cooperation in a world where individual incentives do not always align with the common good. This paradox has profound implications across several industries and sectors, such as economics, political, science and ethics, making it one of the most studied and enduring problems in the field of strategic decision-making.

El modelo:

La forma clásica involucra a 2 sospechosos, A y B acusados de un delito. Cada uno tiene dos opciones:

1. Cooperar con el otro (permanecer en silencio)
2. Desertar contra el otro (traicionar/acusar)

El juego está representado por la siguiente matriz de pago:

	B Cooperar	B Desertar
A Cooperar	(1,1)	(10,0)
A Desertar	(0,10)	(5,5)

En este caso los números representan años de prisión, los números más bajos son los mejores resultados.

- Si ambos cooperan, ambos reciben la pena más baja disponible
- Si uno deserta y el otro quiere cooperar, el desertor queda libre y el cooperador recibe la pena máxima de 10 años.

- Si ambos eligen desertar, reciben una condena moderada de 5 años cada uno.

El razonamiento detrás de cada sospechoso es el siguiente:

- Prisionero A: Si B coopera, me va mejor desertando (1 vs 0)
- Prisionero B: Si A deserta, todavía me va mejor desertando (5 vs 0)

Así, para cada jugador, la deserción es la estrategia dominante, por lo que el resultado es un equilibrio de Nash, a pesar de que la cooperación mutua produciría un mejor resultado colectivo. Podemos ver cómo esta teoría se aplica al mundo real porque capta el conflicto fundamental entre el interés propio y el beneficio colectivo. Como argumentó Adam Smith (1776) en *La riqueza de las naciones*: "*It is not from the benevolence of the butcher, the brewer, or the baker that we expect our dinner, but from their regard to their own interest. We address ourselves, not to their humanity but to their self-love, and never talk to them of our own necessities but of their advantages.*"

2.3.3. El Modelo de Bertrand

El modelo Bertrand es un marco fundamental que analiza cómo las empresas compiten en precios en una estructura de mercado oligopolista. Joseph Bertrand introdujo el modelo de duopolio en 1883 cuando criticó la visión de Cournots sobre el oligopolio y resultó ser uno de los modelos más utilizados en la competencia de precios. (Amir, R., & Evstigneev, I., 2018). La paradoja de Bertrand se refiere al resultado de equilibrio de la competencia perfecta entre solo dos empresas (Amir, R. et al, 2018).

El Paradoja de Bertrand:

El modelo clásico establece que los consumidores siempre comprarán a la empresa que ofrezca el precio más bajo con productos idénticos y sin limitaciones de capacidad. Si las empresas fijan el mismo precio, se repartirán el mercado a partes iguales, por lo que, en este supuesto, cada empresa tiene un fuerte incentivo para reducir sus precios y hacerse con todo el mercado. El resultado es una guerra de precios en la que las empresas acaban vendiendo sus productos al coste marginal y dejan de obtener beneficios. Este modelo forma un equilibrio de Nash, pero sólo se mantiene bajo los supuestos específicos de una competencia y un mercado perfectos, se considera un juego simultáneo y simétrico y el resultado final es un beneficio económico nulo, igual que en la competencia perfecta. Se considera una paradoja porque incluso con sólo dos

empresas, la competencia borra por completo el beneficio, lo que contradice lo que vemos en situaciones de la vida real en las que los duopolistas suelen obtener beneficios positivos.

Para resolver la paradoja de Bertrand, los economistas han propuesto varias mejoras importantes del modelo. Una solución clave es la diferenciación de productos. Cuando los productos ya no son exactamente idénticos, los consumidores pueden desarrollar preferencias basadas en la marca, la calidad u otras características. Esta diferenciación otorga cierto grado de poder de mercado, permitiendo a las empresas fijar precios por encima del coste marginal sin perder a todos sus consumidores. Otro factor importante son las limitaciones de capacidad. En los mercados reales, las empresas a menudo no pueden abastecer por sí solas toda la demanda del mercado debido a los límites de producción. Cuando las empresas se enfrentan a este tipo de limitaciones, rebajar el precio de un competidor ya no garantiza hacerse con el mercado porque la empresa con el precio más bajo puede no ser capaz de alcanzar la demanda necesaria. Por último, otro ejemplo incluye la competencia no relacionada con el precio, como las inversiones en atención al cliente, publicidad o reputación, que desvían la atención del precio por sí solo (Walker, n.d.).

Cuando las empresas compiten en múltiples dimensiones, el precio pasa a ser sólo un factor entre muchos que influyen en la elección del consumidor y contribuyen a reducir la presión para rebajar a los rivales. Esto demuestra que la estabilidad de la competencia de precios por sí sola no es sólida dentro de un duopolio horizontalmente diferenciado en el que la demanda de los consumidores viene determinada por la distribución de las preferencias individuales. Al modelizar las diferencias en los gustos de los consumidores, descubrimos que el equilibrio en la fijación de precios de estrategia pura existe cuando las preferencias de los consumidores están suficientemente dispersas, lo que significa que las empresas pueden mantener precios estables sin caer en guerras de precios (Bester, 1992).

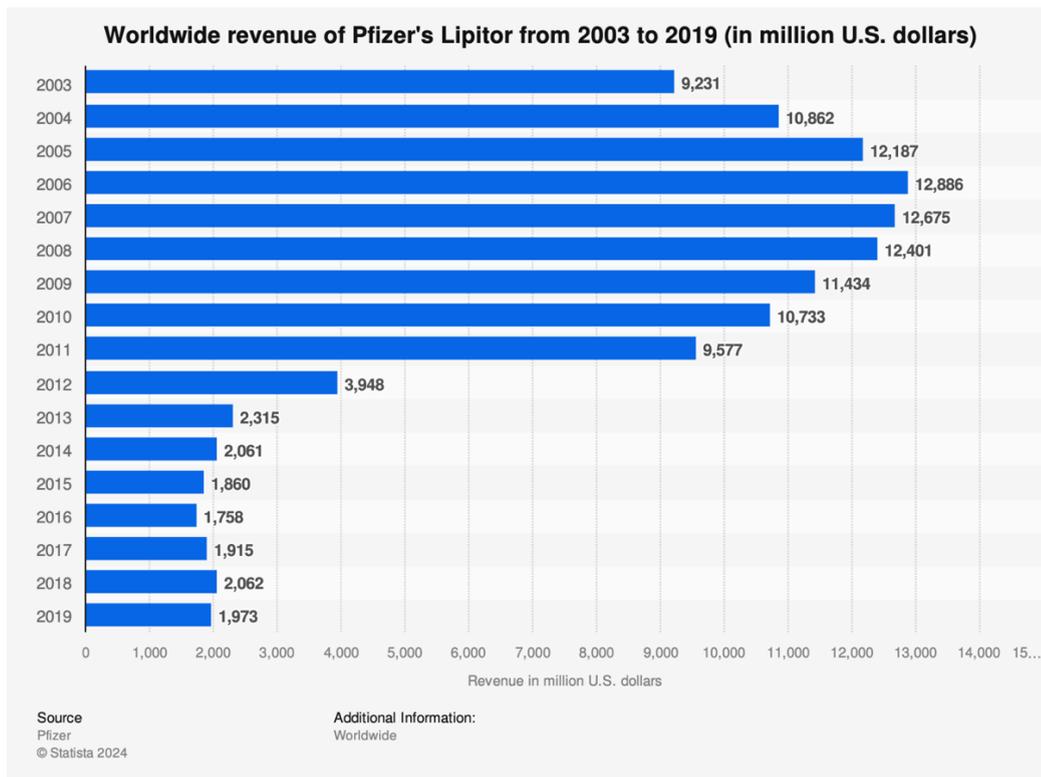
3. La Aplicación de las Teorías de Juegos en la Industria Farmacéutica

En las secciones anteriores he examinado la industria farmacéutica junto con los marcos clave de la teoría de juegos. En esta sección voy a aplicar estas herramientas teóricas para comprender mejor la subida de los precios de los medicamentos de venta con receta. El objetivo es arrojar algo de luz sobre las limitaciones que determinan el comportamiento de los precios e ilustrar cómo estos marcos podrían, en teoría, aprovecharse para diseñar estrategias destinadas a reducir los precios de los medicamentos. Sin embargo, es fundamental reconocer las limitaciones del mundo real, como los obstáculos normativos, la estructura del mercado y la asimetría de la información, ya que a menudo dificultan la aplicación práctica de esas posibles soluciones.

3.1. La Teoría de Stackleberg

El comportamiento estratégico de Pfizer con su medicamento superventas Lipitor entre 1997 y 2011 refleja fielmente el modelo líder-seguidor de Stackleberg en un mercado farmacéutico oligopolístico. Debido al largo periodo de exclusividad de su patente, Pfizer actuó como un monopolio temporal en un mercado oligopolístico, negando el acceso a muchos competidores o fabricantes de genéricos al mercado de las estatinas. Lipitor es una estatina, un fármaco que reduce el nivel de colesterol en sangre y es el mayor productor de esta clase, con más de 3 millones de pacientes que tomaban el medicamento en EE.UU. en 2011. Fue un medicamento milagroso para Pfizer, con picos de ventas en 2006 y 2010, con más de 10.000 millones de dólares respectivamente, lo que supuso una sexta parte de los ingresos de Pfizer. Para ampliar el dominio de Lipitor en el mercado tras su lanzamiento en 1997, Pzifer empezó a invertir fuertemente en la gestión del ciclo de vida a través de amplios ensayos clínicos, extensión de la etiqueta y ampliaciones de productos como Caduet, que es una combinación de Lipitor con un medicamento para la hipertensión.

Figura 5: La Renta de Lipitor



Fuente: (UNITED STATES SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION, 2019)

La empresa dedicó innumerables recursos a convertir el medicamento en el fármaco de venta con receta más publicitado de Estados Unidos, con más de 200 millones de dólares gastados en publicidad solo en 2010. Pfizer sabía que en 2011 expiraría la patente y dejaría de tener exclusividad sobre el medicamento. Su agresiva estrategia no suele verse en el mercado con productos que envejecen, ya que las empresas suelen tratar de reducir el gasto; sin embargo, la notabilidad de este caso pone de relieve el compromiso de Pfizer de maximizar la rentabilidad de Lipitor hasta el final (The Lancet, 2011).

En un esfuerzo por retrasar la competencia genérica para Lipitor, Pfizer negoció un acuerdo de pago por retraso con Ranbaxy en 2008, retrasando el lanzamiento de versiones genéricas hasta después de que las patentes expiraran en 2011. Además, Pfizer con Watson como distribuidor autorizado de genéricos, manteniendo el 70% de los beneficios con sólo estas dos empresas como competencia durante 6 meses. Esto proporcionó a Pfizer un entorno competitivo controlado, mientras llegaba a un acuerdo con otra empresa Mylan para lanzar una versión genérica de Caduet en noviembre de 2011. Este acuerdo de pago por retraso con Ranbaxy causó a la empresa 93 millones de dólares en acuerdos con las autoridades antimonopolio. Sin

embargo, al llevar a cabo estos acuerdos y asociaciones, Pfizer controló eficazmente la entrada inicial de la competencia.

Estas decisiones permitieron a Pfizer dictar las condiciones iniciales del mercado, capturando la ventaja de primer jugador, típica de un líder de Stackleberg. Establece las estrategias de precio y distribución, al tiempo que extrae una gran parte de los beneficios incluso de las ventas “competidoras”. Las asociaciones de Pfizer con compañías de seguros para vender Lipitor a precios inferiores a los genéricos reflejan el comportamiento clásico de los líderes en precios para limitar la rentabilidad de los participantes posteriores.

Limitaciones:

1. Una vez que un mercado se vuelve plenamente competitivo, el líder Stacklebergs pierde su ventaja. Esto es cierto en este caso, ya que una vez que expiró la patente y terminó la exclusividad sobre el medicamento, los competidores genéricos empezaron a llenar el mercado sólo que con un arranque más lento de lo habitual debido a las estrategias de Pfizer. El mercado acabó evolucionando hacia una competencia de precios similar a la de Bertrand, con la entrada de los genéricos, la posición de la empresa se debilitó y los precios bajaron hasta un precio más asequible para los consumidores.
2. El modelo de Stackleberg parte del supuesto de que el líder toma la primera decisión y el seguidor reacciona sólo en función de ella. Sin embargo, como podemos ver en este caso, las empresas a menudo colaboran en silencio o al menos intentan comprender el comportamiento de las demás, lo que se conoce como colusión o coordinación, que es ilegal en la mayoría de los casos en relación con las leyes antimonopolio. Esto crea predicciones poco realistas, ya que el marco asume que las empresas actúan solas cuando podrían estar trabajando indirectamente hacia un objetivo compartido, como mantener unos precios altos.

La teoría de Stackelberg se puede utilizar para explicar cómo se mantienen los precios a un ritmo alto dadas ciertas circunstancias, como los derechos de patente, que permiten a la empresa dominante actuar como líder del mercado, fijando precios altos mientras que los competidores son temporalmente bloqueados o desalentados de entrar. Esta posición de liderazgo reforzada por factores como las protecciones legales, retrasa la presión a la baja habitual sobre los precios

que viene con la competencia. Si bien los precios no se mantienen altos durante un período infinito, explica por qué mantienen su precio elevado durante períodos prolongados en lugar de caer inmediatamente.

3.2. La Teoría de Bertrand

El mercado mundial de la insulina ofrece un ejemplo perfecto de cómo la paradoja de Bertrand se está suavizando en la secretaría farmacéutica gracias a la diferenciación, los límites de capacidad y otros factores. Aunque la insulina está disponible desde hace mucho tiempo y varios fabricantes producen versiones de ella, los precios siguen siendo elevados y no ha surgido una competencia feroz como predeciría el modelo Bertrand. Como se ha visto en la sección anterior, en lo que respecta a la diabetes, la insulina no es un producto uniforme, sino que existe una diferenciación de productos. Hay insulina humana, análogos de acción rápida y una combinación de productos. Cada marca, como Novo Nordisk o Sanofi, tiene fórmulas, dispositivos de administración y perfiles de dosificación ligeramente diferentes, lo que crea distinciones significativas tanto a ojos de los prescriptores como de los pacientes. Esta diferenciación reduce la intensidad de la competencia directa de precios, ya que los consumidores pueden preferir un medicamento a otro independientemente del precio, sino de lo que ofrece. Las limitaciones de capacidad también desempeñan un papel muy importante. La fabricación de medicamentos biológicos como la insulina requiere instalaciones muy especializadas, estrictas autorizaciones reglamentarias y complejas cadenas de suministro.

Aunque una empresa quisiera rebajar drásticamente los precios, no podría aumentar instantáneamente la producción para satisfacer la demanda total del mercado. Esta barrera física y reglamentaria permite a varias empresas mantener su cuota de mercado sin tener que competir para fijar los precios al coste marginal. Los costes de cambio son elevados en el mercado de la insulina. Los pacientes suelen dudar a la hora de cambiar de proveedor de insulina por temor a los efectos secundarios o por problemas con el seguro. Estas fricciones impiden que los consumidores se decanten por las alternativas más baratas basándose únicamente en el precio.

Aunque el modelo Bertrand ofrece valiosas perspectivas teóricas, tiene muchas limitaciones cuando se aplica a los mercados del mundo real. Las complicaciones normativas, las preferencias de los consumidores y las limitaciones de capacidad, así como la realidad de la

competencia sin precios, impiden el tipo de competencia de precios pura que predice el modelo. La interacción de todos estos factores es mucho más compleja de lo que sugiere el marco de Bertrand.

3.3.El Dilema del Prisionero

Para el propósito de este estudio, he elegido el dilema del prisionero como mi enfoque principal de la aplicación de los marcos en Teoría de Juegos para representar mejor la situación actual que es la industria farmacéutica. Discutiré cómo puede ser utilizado potencialmente para mejorar el mercado y los precios, sin embargo, dadas las limitaciones y limitaciones de la vida real, hace que el proceso y la meta sean difíciles de alcanzar.

El dilema de los presos es un modelo de interacción estratégica que muestra cómo las decisiones afectan a la competencia y a sí mismas. Por otro lado, los modelos de competencia como el modelo de Bertrand y la teoría de Stackleberg describen las decisiones de mercado y cómo las empresas establecen precios y estrategias. Estos modelos tradicionales de competencia explican la dinámica de precios bajo una configuración de precios racional, sin embargo, el dilema del prisionero agrega una capa muy importante al capturar la tensión existente entre las empresas y el entorno del mercado. La integración de esta perspectiva en los modelos de competencia permite explicar por qué, incluso cuando la cooperación formal es posible, las empresas pueden permanecer atrapadas en equilibrios competitivos subóptimos.

3.3.1. La equidad de acceso de las vacunas contra la COVID-19 en la industria farmacéutica

La pandemia de COVID-19 ha puesto a la industria farmacéutica en el punto de mira de la opinión pública como nunca. Aunque las empresas farmacéuticas desarrollaron rápidamente vacunas que salvan vidas en un tiempo récord, la distribución y accesibilidad de estas vacunas puso de manifiesto profundas desigualdades entre los países de renta alta y los de renta baja. Estas desigualdades no eran sólo resultado de la pura logística, sino que reflejaban dilemas estratégicos fundamentales a los que se enfrentaban las empresas privadas que operaban en entornos altamente competitivos. He optado por utilizar el dilema del prisionero porque el marco ilustra cómo los actores individuales racionales acaban desertando, lo que da lugar a

resultados subóptimos para todos. En el contexto de la pandemia de COVID-19, las empresas productoras de vacunas tuvieron que tomar decisiones sobre el reparto de patentes, la transferencia de tecnología y la fijación equitativa de precios, decisiones que podrían haber acelerado la vacunación mundial o prolongado la pandemia.

El Escenario:

Consideremos dos grandes compañías farmacéuticas, la Compañía A - Moderna y la Compañía B - Pfizer, cada una de las cuales ha desarrollado sucesivamente vacunas COVID-19. Ambas empresas se enfrentan a la presión de los gobiernos, las ONG y las instituciones mundiales, como la OMS mencionada anteriormente, para que sus vacunas estén disponibles de forma amplia y asequible en los países de renta baja y media. También están sometidas al escrutinio de los inversores centrados en ESG, cuya atención a la sostenibilidad incluye cada vez más la equidad sanitaria y el acceso.

Cada empresa tiene dos opciones:

1. Cooperar: Compartir la tecnología de vacunas o renunciar temporalmente a los derechos de propiedad intelectual (PI), lo que permite una escalabilidad global de la fabricación y un acceso más amplio
2. Desertar: Conservar la PI exclusiva, limitar la transferencia de tecnología y centrarse en los mercados de alto margen en países de altos ingresos.

Aplicando el marco en la sección anterior:

	B Coopera - Shares PI	B Deserta - Mantenga PI
A Coopera- Shares PI	(500M, 500M)	(100M, 900M)
A Deserta – Mantenga PI	(900M, 100M)	(300M, 300M)

- **(Cooperar, Cooperar):** Ambas empresas comparten IP y permiten un rápido acceso global. Ambas obtienen un beneficio moderado de 500M cada una, pero reciben un fuerte capital de reputación y ESG.

- **(Desertar, Cooperar):** El desertor retiene el control exclusivo de la PI y cosecha 900M de beneficios mientras que el cooperador sacrifica beneficios y obtiene pocos beneficios - 100M.
- **(Desertar, Desertar):** Ambas empresas retienen la PI y restringen el acceso, lo que conduce a una vacunación mundial más lenta y a daños en la reputación, y ambas obtienen unos beneficios decentes de 300M.

Equilibrio de Nash: La deserción es la estrategia dominante para ambas empresas. Aunque cooperar produce el mayor beneficio colectivo, la deserción sigue siendo la estrategia dominante porque maximiza el beneficio individual independientemente de la elección del oponente. El miedo a que se explote la cooperación unilateral (ganar 100 millones mientras el adversario gana 900 millones) hace que la deserción sea la estrategia más segura y racional. Las empresas no tienen pruebas concretas de que en caso de cooperación mantendrán su acuerdo, ya que no pueden participar en una colusión.

3.3.2. Caso Practico – Moderna vs Pfizer

En octubre de 2020, Moderna anunció públicamente que no haría valer sus patentes relacionadas con COVID-19 contra los fabricantes de vacunas destinadas a combatir la pandemia (Contreras, n.d.). Este compromiso tenía como objetivo facilitar el acceso a las vacunas a los países de ingresos bajos y medios, declarando que nunca haría valer sus patentes contra los fabricantes en o para los 92 países de ingresos bajos y medios identificados por el Compromiso Anticipado de Mercado de COVAX de Gavi (Moderna, 2022) . Esto supuso un claro paso hacia la cooperación en el marco del Dilema del Prisionero. Por otro lado, Pfizer no ha asumido compromisos públicos similares para renunciar a las patentes de sus vacunas. Mantuvo el control sobre su tecnología y se ha visto envuelta en disputas legales relacionadas con las patentes de la tecnología del ARNm. Las ventas de Pfizer se dispararon hasta alcanzar la asombrosa cifra de 80.000 millones de dólares, lo que representa alrededor del 45% de las ventas totales de la empresa (Richter, 2022). Pfizer y BioNTech se aprovecharon de la promesa de Modernas y se convirtieron en las empresas de mayor éxito durante la pandemia de COVID-19. Esto limitó la cooperación y la desigualdad de acceso, sobre todo en partes de África y Asia, donde la cobertura vacunal quedó muy por detrás de las medias mundiales hasta bien entrado 2022 (Hassan, M. A et al, 2022).

Sin embargo, en 2022 las cosas dieron un giro cuando Moderna presentó una demanda contra Pfizer y BioNTech por un caso de infracción de patentes, alegando que habían copiado su tecnología de ARNm. La promesa que había hecho Moderna tenía por objeto facilitar el acceso en los países más pobres, no dar a los competidores de los mercados ricos una licencia comercial gratuita. Pfizer y BioNTech no utilizaban la tecnología para facilitar el acceso mundial, sino para competir en mercados muy rentables. Cuando el mercado maduró y la competencia se intensificó, Moderna volvió a una estrategia más interesada, coherente con el resultado de desertión en un juego repetido del Dilema del Prisionero. Este escenario ilustra cómo la desconfianza estratégica y la presión competitiva condujeron a un resultado colectivo subóptimo, prolongando la pandemia y aumentando los riesgos a escala mundial, tal y como predice el Dilema del Prisionero.

Aunque tanto Moderna como Pfizer desarrollaron sus propias vacunas COVID-19, es importante reconocer que operaban en segmentos de mercado algo diferentes y no en un único mercado unificado. El compromiso de Moderna se aplicaba principalmente a los países de renta baja y media, con el objetivo de ampliar el acceso a esas regiones, mientras que Pfizer se centraba en proteger sus derechos de propiedad intelectual y sus intereses principalmente en los países de renta alta. Además, las diferencias en las fórmulas de las vacunas y en los requisitos de almacenamiento y distribución contribuyeron a una dinámica competitiva distinta. Comprender estas distinciones es crucial, ya que los incentivos estratégicos para la cooperación o la desertión difieren entre estos segmentos de mercado (VDH, n.d.)

4. ESG y Ética

Lo que hace especialmente difícil la iteración farmacéutica del Dilema del Prisionero es la asimetría de incentivos y poder entre empresas y países. En un panorama en el que los países de renta alta y las empresas multinacionales ejercen un control desproporcionado sobre la producción y el acceso a las vacunas, la cooperación requiere no sólo buena voluntad mutua, sino mecanismos que superen este desequilibrio estructural, algo que el modelo no capta plenamente. ¿Debe permitirse a las empresas farmacéuticas que, ante una emergencia sanitaria mundial, actúen con el único fin de maximizar sus beneficios? ¿Tienen la obligación moral de dar prioridad a las vidas humanas? Este dilema plantea una paradoja entre el valor para el

accionista y el imperativo moral de mantener la salud pública, donde una decisión equivocada puede conducir a resultados irracionales, al mostrar que incluso los actores racionales e interesados pueden verse atrapados. Esto sugiere que el modelo clásico de la teoría de juegos debe actualizarse con otras consideraciones externas como el poder, la ética y la gobernanza mundial para abordar con eficacia los retos farmacéuticos del mundo real.

El marco del dilema del prisionero podría conducir a resultados positivos en la industria farmacéutica si las empresas se comprometieran realmente a cooperar. Esta colaboración basada en la confianza y los objetivos compartidos puede crear un entorno más equitativo y sostenible, en el que la innovación prospere junto con el acceso mundial a los medicamentos esenciales. Sin embargo, es fundamental distinguir claramente entre cooperación y colusión. Mientras que el dilema imagina actores independientes que deciden cooperar, la cooperación en el mundo real a menudo corre el riesgo de adentrarse en territorio ilegal o poco ético. La coordinación de las empresas en la fijación de precios, la asignación de mercados o las cadenas de suministro puede violar fácilmente las leyes antimonopolio diseñadas para proteger a los consumidores, por lo que deben operar bajo estrictas restricciones legales para evitar colusiones privadas. El dilema expone los límites del comportamiento ético voluntario, a pesar de que muchas empresas que muestran su firme compromiso con la responsabilidad social se enfrentan a presiones extremas que fomentan la desertión.

4.1. ESG

Los objetivos ambientales, sociales y de gobernanza se han convertido en componentes esenciales de la identidad corporativa, la estrategia a largo plazo y la confianza de los inversores. Existe un contraste entre el modelo del dilema de prisioneros que predice que las empresas defectuarán para maximizar las ganancias individuales a corto plazo y los compromisos ASG para remodelar la estructura de incentivos incorporando beneficios colectivos a largo plazo en la toma de decisiones corporativas. Esto es extremadamente visible en la industria farmacéutica, precisamente en la crisis sanitaria mundial, la fijación de precios de los medicamentos y el acceso a los medicamentos, áreas donde la cooperación no solo es imperativa moral, sino que también fortalece la reputación corporativa.

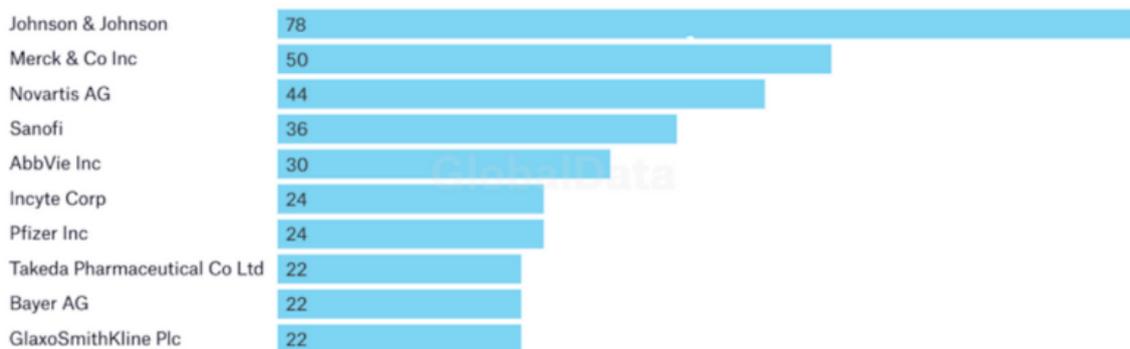
Figura 6: Conceptos claves de ESG



Fuente: (Breathe ESG, 2023)

La dimensión social de la ASG conecta directamente con la cuestión del acceso asequible a los medicamentos. Cada vez se juzga más a las empresas farmacéuticas por su contribución a la salud pública, especialmente en los países de renta baja. Esto concuerda con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, concretamente con el ODS 3 - Buena salud y bienestar, y el ODS 10 - Reducción de las desigualdades. Al cooperar, las empresas pueden ayudar a alcanzar estos objetivos globales, demostrando liderazgo y atrayendo a inversores centrados en ESG (Friede, et al. 2015), (MSCI, n.d.) No participar en estas estrategias de cooperación puede acarrear daños a la reputación y la exclusión de los índices ASG específicos del sector farmacéutico, como el Índice de Acceso a los Medicamentos. Según la OMS, casi 2.000 millones de personas carecen de acceso a medicamentos esenciales e incluso básicos. Se pueden salvar 10 millones de vidas al año si se mejora el acceso a los medicamentos, cuatro millones de ellas en África y el Sudeste Asiático. A continuación, podemos ver una tabla de los principales innovadores ESG del mercado en la actualidad, que contribuyen enormemente a los objetivos ESG (Breathe ESG, 2023).

Figura 7: Principales innovadores de ESG



Fuente: (Breathe ESG, 2023).

Al integrar las responsabilidades medioambientales, sociales y de gobernanza directamente en la estrategia empresarial, los marcos ASG amplían la matriz de beneficios del Dilema del Prisionero más allá de los beneficios a corto plazo. De repente, las recompensas de la cooperación no se limitan a los beneficios financieros inmediatos, sino que incluyen el valor de la reputación a largo plazo, la confianza de los inversores, la mejora de las relaciones regulatoras, el aumento de la capacidad de innovación y la resiliencia ante retos mundiales como el cambio climático o las pandemias (ScholarOne, n.d.). El pilar medioambiental es igualmente crítico. El compromiso de empresas como Johnson and Johnson de conseguir un 100% de energía renovable, reducir las emisiones y mejorar el abastecimiento sostenible muestra cómo las empresas pueden ir más allá de la lógica competitiva a corto plazo. Al invertir en cadenas de suministro más ecológicas y establecer objetivos climáticos basados en la ciencia, las empresas farmacéuticas se alinean con el ODS 12 (Consumo y producción responsables) y el ODS 13 (Acción por el clima), posicionándose para una resiliencia a largo plazo en medio de normativas medioambientales cada vez más estrictas, el escrutinio de los inversores y las demandas de los consumidores (United Nations, n.d.)

4.2. Aplicación de ESG en el marco del Dilema del Prisionero

A continuación, se aplica el marco del Dilema del Prisionero para demostrar cómo la cooperación para abordar los desafíos ambientales ESG puede generar beneficios más amplios para la sociedad y el planeta.

	B Coopera - Reduce Emisiones	B Deserta - Mantenga Emisiones
A Coopera - Reduce Emisiones	Crecimiento sostenible	Desventaja de competencia
A Deserta - Mantenga Emisiones	Rentabilidad a corto plazo	Colapso climático y daño reputacional. Sanciones ESG

La interacción entre las empresas y su compromiso en cuestiones ESG se modela como un dilema del prisionero (IPD) iterado en el que:

- Cooperación = Compromiso activo con los criterios ESG Reformas corporativas
- Deserción = Desinversión o compromisos incumplidos
- La cooperación mutua genera valor a largo plazo a través de prácticas sostenibles

Este marco revela:

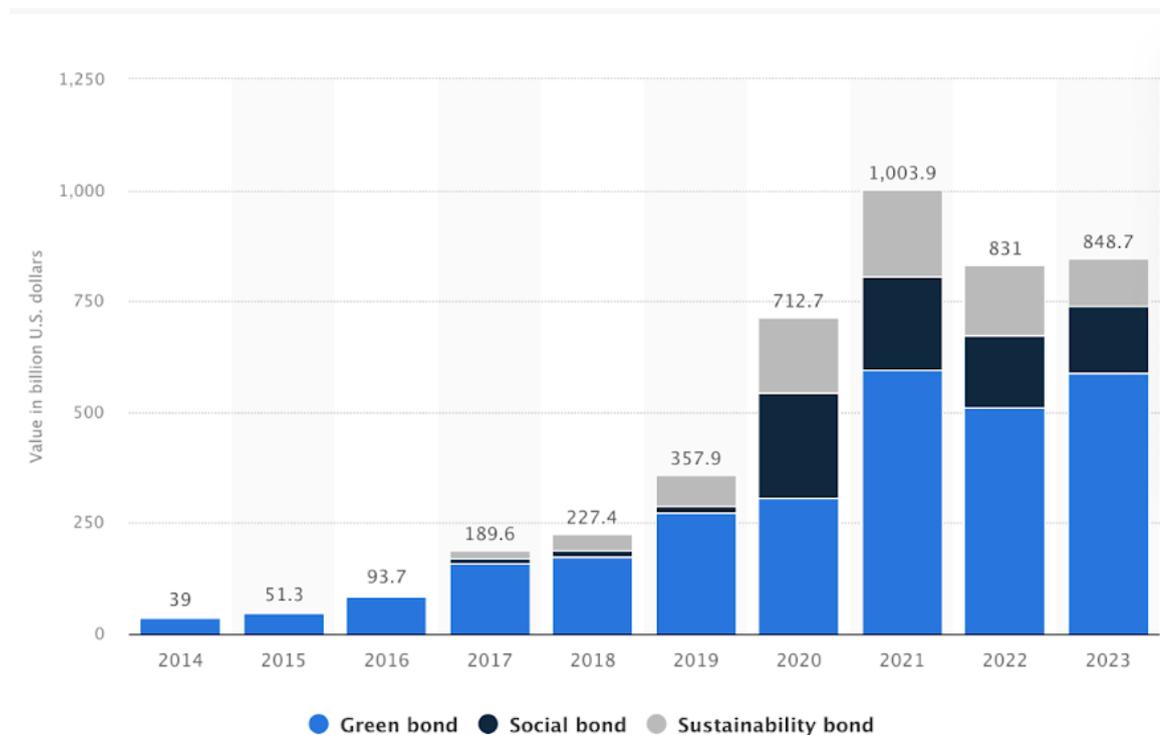
- Tentación de desertar: Las presiones financieras a corto plazo incentivan el abandono de los compromisos ESG
- Sombra del futuro: Las interacciones repetidas permiten equilibrios cooperativos a través de:
 1. Las coaliciones de inversores amplifican la influencia
 2. Amenaza creíble de desinversión en caso de incumplimiento
 3. Mecanismos de recompensa por la transparencia ESG

Los objetivos ESG proporcionan los mecanismos e incentivos necesarios para romper con el equilibrio subóptimo “defecto-defecto” predicho por el dilema del prisionero. Ayudan a crear estándares compartidos y estructuras de rendición de cuentas que reducen el miedo a la explotación y aumentan la confianza necesaria para la cooperación. En lugar de actuar únicamente en términos de fijación de precios, las empresas que operan bajo sólidos compromisos ASG reconocen que su éxito está profundamente entrelazado con el bienestar social, la gestión ambiental y la gobernanza ética, transformando su panorama estratégico de uno de rivalidad a corto plazo a uno de creación de valor cooperativo a largo plazo.

5. Relación con Finanzas Sostenibles

A medida que las finanzas sostenibles se convierten en una fuerza más dominante en los mercados globales de capitales, su influencia sobre el comportamiento corporativo, especialmente en sectores sociales como los farmacéuticos, se hace cada vez más evidente. Al integrar los factores ASG en las estrategias de inversión y negocios, las finanzas sostenibles reconfiguran el panorama competitivo. Como se ha visto antes, el marco del dilema de los prisioneros ofrece una visión de por qué las empresas pueden optar por desertar en lugar de cooperar y conducir a mejores resultados. Por ejemplo, en el caso de la vacuna COVID - 19 con Moderna vs Pfizer, empresas que se enfrentaban a la opción de compartir la tecnología de vacunas o maximizar los beneficios en mercados ricos, la deserción fue un resultado desafortunado. Defection maximises individual short term payoffs, however the application of sustainable finance acts as a force to realign incentives. By embedding ESG criteria into capital flows, companies are rewarded with long term, socially beneficial goals.

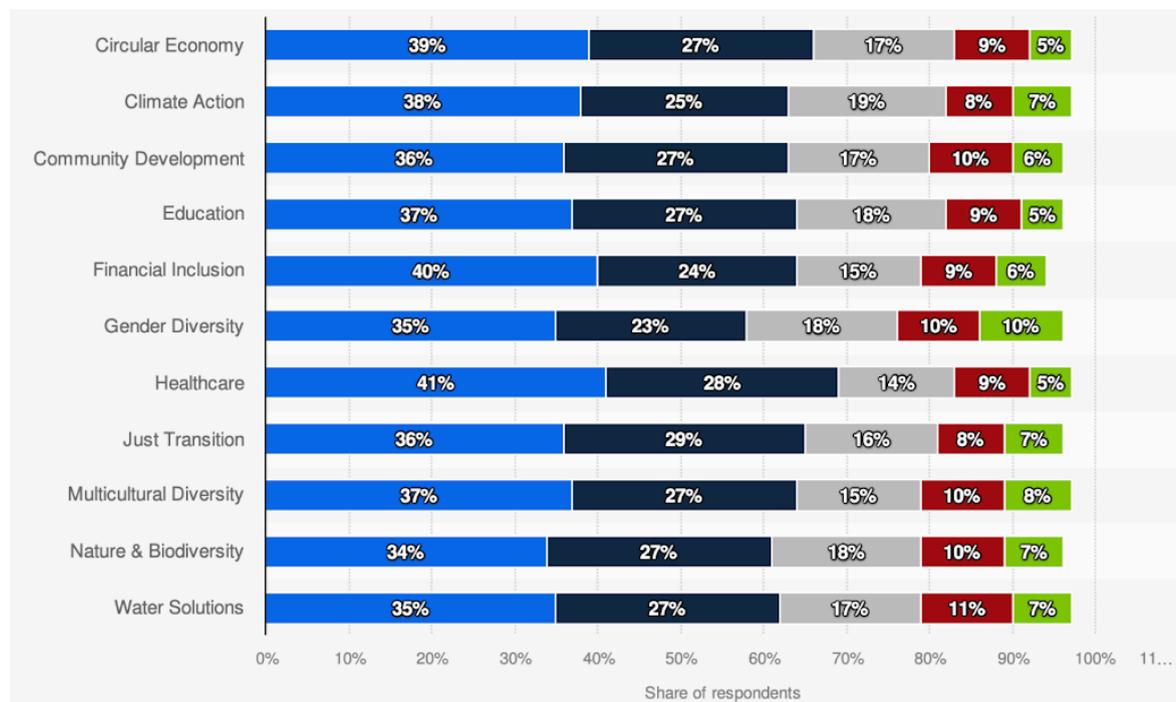
Figura 8: Tipos de Instrumentos Financieros Sostenibles



Fuente: (Statista Research Department, 2025)

En el gráfico anterior, podemos ver un aumento significativo en el valor de los bonos sostenibles emitidos globalmente entre 2014 y 2023. Durante la crisis de la COVID-19 se registró un aumento significativo en 2020, lo que pone de relieve la importancia de invertir en finanzas sostenibles. Dada la aceleración de su crecimiento e importancia para las empresas, se puede suponer que seguirá creciendo durante los próximos años, especialmente en el ámbito sanitario.

Figura 9: Prioridades en inversiones sostenibles



Fuente: (Statista Research Department, 2025)

Viendo el indicador azul claro en el gráfico, se puede ver que la industria de salud tiene el porcentaje más alto de prioridad en inversiones sostenibles, con inversores que buscan proporcionar capital.

5.1. Préstamos Vinculados a la Sostenibilidad (SLL)

Los préstamos vinculados a la sostenibilidad (SLL) son instrumentos financieros obtenidos por empresas que apuestan por un crecimiento sostenible en línea con los objetivos del cambio climático. En comparación con la deuda bancaria tradicional estándar, las SLL tienen un sistema de precios secundario con una tasa de crédito flotante que depende de un índice de referencia ASG. Si no se alcanza un objetivo, el banco requiere un pago adicional sobre el

préstamo estándar.

Estos indicadores de referencia, también conocidos como KPI, abarcan una amplia gama de áreas, como el gobierno corporativo, la transparencia ética y las prácticas de gestión de riesgos. En la industria farmacéutica, la gobernanza es clave debido al entorno altamente regulado, la integridad de los ensayos clínicos, el precio y la seguridad de los medicamentos. Por lo tanto, las SLL proporcionan una herramienta eficaz para promover un marco de gobernanza sólido dentro de las empresas. Al vincular el precio de los préstamos con los KPI de gobernanza, como la adhesión a políticas de precios justos o programas de cumplimiento normativo mejorados, no solo se alcanzan los objetivos ESG, sino que también se fomenta una mayor rendición de cuentas y transparencia. Como se observa en los gráficos anteriores, los inversores son cada vez más activos en invertir en empresas comprometidas con la sostenibilidad, lo que significa que las SLL fortalecen aún más la relación con los inversores existentes y pueden atraer capital a largo plazo centrado en la sostenibilidad. (Pop, et al. 2021).

Sanofi es un excelente ejemplo de compañía farmacéutica global que, como parte de su compromiso con los criterios ESG, estableció un "Marco de Bonos Vinculados a la Sostenibilidad" (Sanofi, 2022). Este marco constaba de cuatro KPI principales, dos de los cuales se centraban en el suministro de medicamentos esenciales en países de ingresos bajos y medios y en los beneficiarios de programas de salud en dichos países. En marzo de 2022, la compañía emitió un bono vinculado a la sostenibilidad por valor de 650 millones de euros. Este bono se diseñó en torno a los KPI destinados a ampliar el acceso a medicamentos esenciales en los países más pobres del mundo. El tipo de interés del bono estaba directamente vinculado al progreso de Sanofi en el logro de su objetivo de proporcionar tratamientos a 1,5 millones de pacientes en 40 países de ingresos bajos y medios entre 2022 y 2026. Si la compañía incumple, se enfrentará a una penalización financiera sobre el tipo de interés del bono, lo que incrementará su coste de capital. Este mecanismo crea un sólido incentivo financiero para que Sanofi cumpla con sus compromisos de impacto social, demostrando cómo los instrumentos vinculados a la sostenibilidad pueden contribuir a la salud global (Sanofi, 2022).

Declaración del CEO de Sanofi:

- *€850 million fixed rate notes, due April 2025, bearing interest at an annual rate of*

0.875%.

- *€650 million fixed rate notes, due April 2029, bearing interest at an annual rate of 1.250%. The coupon amounts are linked to the achievement of a sustainability performance target defined as the cumulative number of patients, being at least 1.5 million patients, provided with essential medicines by the global health unit, for the treatment of non-communicable diseases in 40 of the world's poorest countries, between 2022 and 2026.” (Sanofi, 2022).*

5.2. Bonos de Impacto Social (BIS)

Los bonos de impacto social (BIS) son instrumentos financieros innovadores diseñados para financiar programas sociales con resultados mensurables. Los inversores de los BIS reciben el reembolso del gobierno u otro pagador de resultados solo si el programa establecido alcanza sus objetivos. Estos bonos se introdujeron por primera vez en el Reino Unido en 2010 como una forma de programa de reincidencia en prisión, y luego se abrieron camino en Estados Unidos y partes de Europa y Asia, lo que permitió a inversores como bancos, fundaciones u organizaciones sin fines de lucro invertir en programas sociales y relacionados con la salud (Katz et al. 2018). En la industria farmacéutica, los BIS ofrecen una forma prometedora de abordar dimensiones sociales críticas de ESG, como la fijación de precios justos, como se vio anteriormente, la mejora del acceso a la atención médica asequible y la reducción de las disparidades en la salud. Mirando hacia atrás durante la crisis de la COVID-19, una compañía farmacéutica podría haber sido capaz de asociarse con una ONG para desarrollar programas de vacunación financiados a través de estos bonos de impacto social.

Si el programa tiene éxito y las tasas de vacunación mejoran considerablemente, el gobierno reembolsará a los inversores con una rentabilidad. Los BIS son relevantes para los criterios ESG porque vinculan los resultados sociales con la rentabilidad financiera, convirtiendo el impacto social en un elemento central de las decisiones de inversión, en lugar de una consideración secundaria. Ayudan a abordar la desconfianza y la falta de alineación de incentivos que encontramos en el marco del dilema del prisionero, ya que sin estos incentivos, las empresas pueden dudar en invertir en programas con resultados socialmente positivos por temor a la explotación o a una desventaja competitiva.

Al aprovechar los bonos de impacto social, las compañías farmacéuticas pueden generar nuevas fuentes de capital dedicadas directamente al bien común, a la vez que impulsan sus objetivos ESG y mejoran la creación de valor sostenible a largo plazo. Si bien esto supone un importante estímulo a la innovación, también genera mayor transparencia y rendición de cuentas (SGA Knowledge Team, 2024). Gracias a la verificación preacordada de los resultados prometidos, los fondos se asignan a proyectos aprobados que tendrán éxito, mitigando así la desconfianza.

Las finanzas sostenibles y posibles instrumentos financieros como estos son cruciales para transformar el panorama de la industria farmacéutica. No solo garantizan que las empresas alcancen sus objetivos ESG, sino que, al hacerlo, brindan una atención médica más eficiente, accesible y asequible al público. Es crucial que más empresas comiencen a aplicar estos instrumentos en sus marcos y estrategias, ya que garantizan que, al alcanzar sus objetivos, no se aprovechen de los desfavorecidos.

6. Discusión y Conclusión

Esta tesis se propuso investigar cómo las compañías farmacéuticas fijan los precios de sus medicamentos para competir entre sí, analizando sus estrategias de toma de decisiones en el ámbito de la Teoría de Juegos. El objetivo principal de este estudio fue analizar estas compañías dentro de la industria farmacéutica y sus actores clave desde la perspectiva de la Teoría de Stackelberg, la Teoría de Bertrand y la Teoría del Dilema del Prisionero para comprender cómo sus decisiones y acciones en materia de precios impactan en la comunidad sanitaria. A través del estudio de los diferentes marcos de la Teoría de Juegos y su aplicación a la industria, pude explorar la compleja intersección entre precios, regulaciones y dinámicas de mercado.

Analicé a los principales actores de la industria farmacéutica estadounidense, incluyendo las grandes corporaciones multinacionales Pfizer, Roche y Johnson & Johnson. Estas empresas ejercen una influencia significativa en el desarrollo, la producción y la distribución de medicamentos y tratamientos esenciales. A pesar de su éxito y dominio del mercado, sus operaciones en un entorno complejo se ven muy influenciadas por factores externos, como las autoridades reguladoras, en particular la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), que desempeña un papel fundamental para garantizar la seguridad de la salud pública mediante la aplicación de rigurosos estándares y directrices de aprobación. Si bien este proceso es

esencial, también contribuye a un proceso de desarrollo largo y costoso. Las empresas también se enfrentan a una intensa competencia y a los altos costos de investigación y desarrollo, combinados con la protección de patentes, que permiten monopolios temporales en el mercado. Estos factores ayudan a explicar por qué los precios en EE. UU. siguen siendo significativamente más altos que en muchos otros países, lo que genera inquietud sobre la accesibilidad y la asequibilidad para los pacientes.

En mi investigación, descubrí que la teoría más prometedora y aplicable es la Teoría del Juego del Prisionero. Utilizando este modelo estratégico, pude analizar por qué las empresas optan por desertar en lugar de cooperar mediante el análisis de casos prácticos reales, como el de Pfizer frente a Moderna y el compromiso de Sanofi con los criterios ESG, para comprender por qué actúan de la forma en que lo hacen a través de la otra perspectiva que ofrecen los modelos de competencia tradicionales. El miedo y la desconfianza entre empresas, en última instancia, conducen a la deserción mutua, siendo el resultado óptimo para cada una. Al implementar una versión actualizada del marco del Dilema del Prisionero en las decisiones y procesos estratégicos corporativos reales, podemos esperar ver una mejora en los precios y el acceso en todo el mundo. Si bien este marco es solo una teoría, con la implementación adecuada puede utilizarse como una forma de mejorar tanto las condiciones como la rentabilidad.

El bono SLL de Sanofi de marzo de 2022 contrasta marcadamente con la dinámica competitiva observada entre Moderna y Pfizer durante el desarrollo y la distribución de la vacuna contra la COVID-19. Moderna y Pfizer cayeron en el clásico dilema del prisionero, en un mercado duopolístico, priorizando las ganancias a corto plazo, mientras que Sanofi implementó una estrategia diferente al integrar objetivos sociales directamente en su financiación. La estructura y el marco financieros de Sanofi se alejan de la deserción, alineándose con la rentabilidad corporativa y los resultados sociales positivos. Esto demuestra cómo la actividad financiera sostenible puede influir en el comportamiento corporativo, fomentando la cooperación no solo a través de la buena voluntad, sino también mediante compromisos meticulosos y de cumplimiento obligatorio, lo que beneficia tanto a la empresa como a la sociedad. Esta comparación pone de relieve que, para superar las limitaciones del dilema del prisionero en los mercados del mundo real, las empresas necesitan mecanismos institucionales que integren la cooperación en sus decisiones financieras y estratégicas fundamentales.

La aplicación de las SLL y los SIB como herramienta financiera para la captación de capital garantiza la transparencia y la rendición de cuentas de las empresas por sus intenciones y acciones. Al integrar los criterios ESG y las finanzas sostenibles en el clásico dilema del prisionero, las empresas pueden sortear las tensiones de la desconfianza y el miedo al enfrentarse a la decisión de cooperar o abandonar. Pueden alejarse de la deserción competitiva a corto plazo y adoptar estrategias de cooperación a largo plazo. Se puede construir una base sólida de confianza, al estar seguros de las intenciones y objetivos de cada uno. Esta estrategia elimina algunas de las limitaciones reales asociadas al dilema del prisionero y fomenta la cooperación más que nunca en lugar de la deserción.

Este estudio presenta varias limitaciones. Este análisis se basa principalmente en interpretaciones cualitativas de modelos teóricos sin incorporar pruebas de datos cuantitativos, lo que limita la capacidad de analizar empíricamente las relaciones. Los casos seleccionados giran en torno al mercado de vacunas contra la COVID-19 para ilustrar la aplicación de los marcos de teoría de juegos a la industria farmacéutica. Se necesitarán datos y pruebas adicionales para aplicar correctamente los marcos al resto de la industria farmacéutica; por lo tanto, los hallazgos podrían no ser totalmente generalizables a todos los segmentos de la industria farmacéutica, dados los diversos entornos regulatorios, tipos de productos y panoramas competitivos involucrados. Por último, la teoría de Bertrand, la teoría de Stackleberg y el dilema del prisionero, si bien ofrecen una comprensión más profunda de la interacción entre los actores, simplifican excesivamente las dinámicas complejas que enfrentan las empresas, como las autoridades regulatorias, los desafíos de innovación y las interacciones entre múltiples actores. Para cualquier estudio futuro sobre este tema, implementaría datos y pruebas cuantitativos para respaldar aún más mi análisis.

En definitiva, esta tesis ofrece lecciones cruciales sobre la intersección de las decisiones estratégicas en la industria farmacéutica y el impacto de sus acciones en la sociedad y la salud global. Este estudio destaca la importancia de generar confianza, mejorar los marcos regulatorios y diseñar mecanismos que fomenten la cooperación. Indica que comprender estas decisiones estratégicas que subyacen al comportamiento corporativo es crucial para desarrollar políticas que alineen los incentivos comerciales con objetivos ESG y sociales más amplios.

7. Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa

Por la presente, yo, Fabiola Monica Dumitru, estudiante de ADE con Mención Internacional (E4) de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado “Teoría de Juegos en la Industria Farmacéutica: Fijación de Precios, Estrategia Competitiva y Finanzas Sostenibles”, declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa, ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. **Brainstorming de ideas de investigación:** Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
2. **Referencias:** Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.
3. **Metodólogo:** Para descubrir métodos aplicables a problemas específicos de investigación.
4. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.
5. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.
6. **Generador de problemas de ejemplo:** Para ilustrar conceptos y técnicas.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 02 de junio de 2025

Firma: Fabiola Monica Dumitru

8. Bibliografía

About Roche. (2025). *About Roche* <https://www.roche.com/about>

Access to Medicine. (n.d.) *2024 access to medicine index*.

<https://accesstomedicinefoundation.org/sectors-and-research/index-ranking>

Acosta, A., Grannon, E., O'Shaughnessy, K., Chiappetta, G., Grossbaum, D., Gunel, C., & Hutchinson, E. (2024, August 12). *FTC v Actavis and pricing practices spearhead rise in US Pharmaceutical Antitrust cases*. The Antitrust Review of the Americas - Global Competition Review. <https://globalcompetitionreview.com/review/the-antitrust-review-of-the-americas/2025/article/ftc-v-actavis-and-pricing-practices-spearhead-rise-in-us-pharmaceutical-antitrust-cases>

Amir, R., & Evstigneev, I. (2018). A new look at the classical Bertrand duopoly. *Games and Economic Behavior*, 109, 99-103. <https://doi.org/10.1016/j.geb.2017.12.010>

Anderson, L. A. (2024, December 12). *Generics for epipen: What are your options?. Epipen Costs and Alternatives: What Are Your Best Options*. <https://www.drugs.com/article/epipen-cost-alternatives.html#:~:text=How%20Much%20Does%20an%20EpiPen,discounts%20may%20lower%20the%20price>

ARAJA, D. (2023). Insights into trends and challenges of the pharmaceutical industry: The Role of Scientific Business Research. *Journal of Business Management*, 21, 48–63. <https://doi.org/10.32025/jbm23002>

At WHO forum on medicines, countries and civil society push for greater transparency and fairer prices (April 2019) *World Health Organization*. Available at: <https://www.who.int/news/item/13-04-2019-at-who-forum-on-medicines-countries-and-civil-society-push-for-greater-transparency-and-fairer-prices> (13 April 2019).

Bester, H. (1992). Bertrand Equilibrium in a Differentiated Duopoly. *International Economic Review*, 33(2), 433–448. <https://doi.org/10.2307/2526903>

Blok, D. (2024, January 11). *R&D: What is “research and development” in pharmaceuticals?* Pharmaoffer.com. <https://pharmaoffer.com/blog/what-is-research-and-development-rd/#:~:text=The%20stages%20in%20pharmaceutical%20R%26D,test%20for%20safety%20and%20effectiveness>

Breathe ESG. (2023, September). *ESG in the pharmaceutical sector*. https://assets-global.website-files.com/64d1ca07584db28944e750df/65dc18f9e337fea197836b85_ESG%20in%20the%20Pharmaceutical%20sector.pdf

Burns, A., Hinton, E., Rudowitz, R., & Mohamed, M. (2025, February 18). *10 things to know about Medicaid*. 10 Things to Know About Medicaid . <https://www.kff.org/medicaid/issue-brief/10-things-to-know-about-medicaid/>

CBS News. (2012, October 24). *Roche probed by European regulators for not reporting side effects*. <https://www.cbsnews.com/news/roche-probed-by-european-regulators-for-not-reporting-side-effects/>

Center for Drug Evaluation and Research. (2025). *Drug development & approval process*. U.S. Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/drugs/development-approval-process-drugs#:~:text=Developed%20and%20Approved,-,FDA%20Approval%3A%20What%20it%20means,risks%20for%20the%20intended%20population>

Cocks, D. L., & Virts, J. R. (1974). Pricing Behavior of the Ethical Pharmaceutical Industry. *The Journal of Business*, 47(3), 349. <https://doi.org/10.1086/295650>

Contreras, J. L. (n.d.). *No take-backs: Moderna’s attempt to renege on its vaccine patent pledge* . Petrie-Flom Center. <https://petrieflom.law.harvard.edu/2022/08/29/no-take-backs-modernas-attempt-to-renege-on-its-vaccine-patent-pledge/>

Davey , N. (2022). OVERCOMING PATENT BARRIERS TO INCREASE ACCESS TO MEDICINES: A NEW PATH FORWARD FOR COMPULSORY LICENSING. *Harvard Journal of Law and Technology* , 35(2), 690–714.

DiMasi, J. A., Grabowski, H. G., & Hansen, R. W. (2016). Innovation in the pharmaceutical industry: New estimates of R&D costs. *Journal of Health Economics*, 47, 20–33. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2016.01.012>

Docteur, E. (2022). *TOWARDS A NEW VISION FOR SHARED RESPONSIBILITY IN PHARMACEUTICAL PRICING, COVERAGE AND REIMBURSEMENT*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/360359/9789289058193-eng.pdf?sequence=1>

EFPIA. (n.d.). *BARRIERS TO INNOVATION IN THE DEVELOPMENT OF NEW MEDICINES IN EUROPE AND POSSIBLE SOLUTIONS TO ADDRESS THESE BARRIERS*. <http://plg-group.com/wp-content/uploads/2014/03/Barriers-to-Innovation-in-the-Development-of-New-Medicines-i.pdf>

EMA. (2017, December 15). *European Commission closes infringement procedure against Roche*. European Medicines Agency (EMA). <https://www.ema.europa.eu/en/news/european-commission-closes-infringement-procedure-against-roche>

ESG Ratings: MSCI. MSCI Inc. (n.d.). <https://www.msci.com/data-and-analytics/sustainability-solutions/esg-ratings>

Farahani, M. S., & Sheikhmohammady, M. (2014). A review on symmetric games: theory, comparison and applications. *International Journal of Applied Operational Research*, 4(33), 91–106. <https://ijorlu.liiau.ac.ir/article-1-426-en.pdf>

Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015). ESG and financial performance: Aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210–233.

Gurgula O. (2020). Strategic Patenting by Pharmaceutical Companies - Should Competition Law Intervene?. *IIC; international review of industrial property and copyright law*, 51(9), 1062–1085. <https://doi.org/10.1007/s40319-020-00985-0>

Hassan, M. A., & Aliyu, S. (2022). Delayed Access to COVID-19 Vaccines: A Perspective on Low-income Countries in Africa. *International journal of health services : planning, administration, evaluation*, 52(3), 323–329. <https://doi.org/10.1177/00207314221096365>

Ho, E., Rajagopalan, A., Skvortsov, A., Arulampalam, S., & Piraveenan, M. (2022). Game theory in defence applications: A Review. *Sensors*, 22(3), 1032. <https://doi.org/10.3390/s22031032>

JNJ. (2023, August 25). Johnson & Johnson Announces Data to Support Boosting its Single-Shot COVID-19 Vaccine. <https://www.jnj.com/media-center/press-releases/johnson-johnson-announces-data-to-support-boosting-its-single-shot-covid-19-vaccine>

Johnson and Johnson MedTech. (2025) *About us* <https://www.jnjmedtech.com/en-US/about-us>

Juneja, M., Mai, L., & Albu, N. (2024, November). *The economic impact of the global pharmaceutical industry* https://efpia.eu/media/theplx1j/2024_ifpma_global_economic_footprint_study_wifor_revised_bywifor_edit9-1.pdf

Katz, A. S., Brisbois, B., Zerger, S., & Hwang, S. W. (2018). Social Impact Bonds as a Funding Method for Health and Social Programs: Potential Areas of Concern. *American journal of public health*, 108(2), 210–215. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2017.304157>

Kaufman, J. (2023). Beyond Regulation: Competition in the Pharmaceutical Industry and the Public Manufacturing of Drugs. *Loyola of Los Angeles Law Review*, 56(1), 331–368.

Kenvue, (2023, August, 23) *Kenvue becomes a fully independent company following final separation from Johnson & Johnson*. Kenvue Inc. <https://investors.kenvue.com/financial-news/news-details/2023/Kenvue-Becomes-a-Fully-Independent-Company-Following-Final-Separation-from-Johnson--Johnson/default.aspx>

Langreth, R. (2024, June 6). *Why prescription drug prices in the US are so high*.

Bloomberg.com. <https://www.bloomberg.com/news/features/2024-06-06/why-prescription-drug-prices-in-the-us-are-so-high?embedded-checkout=true&leadSource=verify+wall>

Levy M, Rizansky Nir A (2014) The Pricing of Breakthrough Drugs: Theory and Policy Implications. *PLoS ONE* 9(11): e113894. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113894>

Malerba, F., & Orsenigo, L. (2015). The evolution of the pharmaceutical industry. *Business History*, 57(5), 664–687. <https://doi.org/10.1080/00076791.2014.975119>

Maragkou, Irena. “The World’s Biggest Pharmaceutical Companies: Top Ten by Revenue.” *Pharmaceutical Technology*, 1 Oct. 2020, www.pharmaceutical-technology.com/features/top-ten-pharma-companies-in-2023/?cf-view.

Mikulic, M. (2024, November 9). *Market share top pharma companies globally 2022*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/309425/prescription-drugs-market-shares-by-top-companies-globally/>

Moderna. (2022, March 7). *Moderna’s Updated Patent Pledge*. Moderna . <https://investors.modernatx.com/Statements--Perspectives/Statements--Perspectives-Details/2022/Modernas-Updated-Patent-Pledge/default.aspx>

Mulcahy , A. W., Schwam, D., & Edenfield, N. (2020). (rep.). *Comparing Insulin Prices in the United States to Other Countries* . Retrieved from https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA788-1.html

Naag. (2019, May 13). *SOUTH CAROLINA JOINS 44 STATE COALITION IN ANTITRUST LAWSUIT AGAINST TEVA PHARMACEUTICALS, 19 OTHER GENERIC DRUG MANUFACTURERS, 15 INDIVIDUALS IN CONSPIRACY TO FIX PRICES AND ALLOCATE MARKETS FOR MORE THAN 100 DIFFERENT GENERIC DRUGS*. <https://www.naag.org/wp-content/uploads/2020/11/05-13-19-SC-generic-suit.pdf>

National Archives. (n.d.). *Sherman Anti-Trust Act (1890)*. National Archives and Records

Administration. <https://www.archives.gov/milestone-documents/sherman-anti-trust-act>

Nguyen, S. T. (2022, March 4). *The antitrust laws*. Federal Trade Commission. <https://www.ftc.gov/advice-guidance/competition-guidance/guide-antitrust-laws/antitrust-laws>

Nicovaper. (2025). *Top Factors Affecting the Price and Availability of APIs in the Global Market*. Nicovaper. <https://www.nicovaper.com/blog/price-and-availability-of-apis-in-the-global-market>

Nijhoff, B. (1993). World Health Organization (WHO). *Yearbook of the United Nations 1991*, 953–959. https://doi.org/10.1163/9789004636774_048

OnPoint Analytics. (2016, September 12). *Patent proliferation: A 30-year increase in the number of patents per drug*. <https://onpointanalytics.com/pharma/patent-proliferation/>

Osborne, M. J., & Rubinstein, A. (1994). *A course in game theory*. MIT Press.

Pfizer. (2025). *Science drives everything*. <https://www.pfizer.com/science>

Pop, D., & Atanasov, V. (2021). *Sustainability Linked Loans*

Richter, F. (2022, February 9). *Infographic: Pfizer revenue boosted by covid-19 drugs*. Statista Daily Data. <https://www.statista.com/chart/25434/pfizer-annual-revenue/>

Roche. (2025). *Roche Diagnostics*. Diagnostics. https://diagnostics.roche.com/gb/en/home.html?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=GB-Brand-AO-0324&utm_content=Generic&gad_source=1&gbraid=0AAAApAS3cYrAQknkANxzCjyYTJdKzXkg&gclid=Cj0KCQjwtpLABhC7ARIsALBOCVpSmP4Uim9MIXScBa0R5BBmG0PA12JZrMyW9WM2Ls11ocqQQKctiqYaAsdMEALw_wcB

Rogers, T. (2025, May 15). *Johnson & Johnson: J&J's Talcum Powder & Asbestos: Talc lawsuits*. Mesothelioma Center - Vital Services for Cancer Patients & Families.
<https://www.asbestos.com/companies/johnson-johnson/>

Rubió, L. (2023, November 3). *Impact of regulatory changes on pharma*. Laboratorios Rubió.
<https://www.laboratoriosrubio.com/en/impact-regulatory-changes-pharma/>

Rusescu, C. (2021). Equilibrium in a Stackleberg Duopoly . *Theoretical and Applied Economics* , 28(1), 135–150. <https://store.ectap.ro/articole/1522.pdf>

Sanofi. (2022, March 31). Sanofi successfully priced an inaugural sustainability linked bond indexed on access to medicines.
<https://www.sanofi.com/assets/dotcom/pressreleases/2022/2022-03-31-05-00-00-2413430-en.pdf>

Sanofi. (2022). Sustainability-linked Bond Framework.
<https://www.sanofi.com/assets/dotcom/pages/docs/investor-relations/fixed-income/Sanofi-Sustainability-Linked-Bond-Framework.pdf>

ScholarOne. (n.d.). Game Theory and Corporate Governance: Conditions for Effective Stewardship of Companies Exposed to Climate Change Risks. *Journal of Sustainable Finance and Investment*. <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:a8aae0c4-6fa2-474f-8016-8a4e4bce5b11/files/m9dc0b8c284f510468d43f5b783b2fb2d>

Schuhmacher, A., Gassmann, O., Hinder, M., & Hartl, D. (2024). Comparative analysis of FDA approvals by top 20 pharma companies (2014–2023). *Drug Discovery Today*, 29(9), 104128.
<https://doi.org/10.1016/j.drudis.2024.104128>

Seyyed Esfahani, S., Asgharizadeh, E., Abdoli, G., & Dorri, B. (2015). The competitive advantages analysis of pharmaceutical industry strategic behaviors by game theory. *Journal of Industrial Engineering and Management Studies*, 2(2), 83-95.

SGA Knowledge Team. (2024, July). *What is Social Impact Bonds: Definition and examples*. SG Analytics. <https://www.sganalytics.com/blog/what-are-social-impact-bonds/>

Statista Research Department. (2025, January 10). *Global: Sustainable investments product themes 2024*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/1549558/sustainable-investments-product-themes/>

Statista Research Department. (2025, March 11). *Sustainable bonds issued globally by category 2023*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/1268367/sustainable-bond-issuance-worldwide-category/>

Swan, J. P. (2018). *FDA's origins*. U.S. Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/about-fda/changes-science-law-and-regulatory-authorities/fdas-origin#:~:text=Beginning%20as%20the%20Division%20of,to%20the%20agency's%20scientific%20mission>

The Decision Lab. (2023). *Dilema del prisionero*. The Decision Lab. Retrieved June 3, 2025, from <https://thedecisionlab.com/es/reference-guide/psychology/prisoners-dilemma>

The Lancet. (2011). *Lessons from Lipitor and the Broken Blockbuster Drug Model*. *The Lancet*, 378(9808), 1976. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(11\)61858-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(11)61858-8)

United States Department of Justice. (2025, February 5) *Justice Department announces largest health care fraud settlement in its history*. Office of Public Affairs <https://www.justice.gov/archives/opa/pr/justice-department-announces-largest-health-care-fraud-settlement-its-history>

UNITED STATES SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. (2019). (publication). *ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934*. Retrieved from https://s21.q4cdn.com/317678438/files/doc_financials/Quarterly/2019/q4/Pfizer-10-K.pdf.

VDH. (n.d.). *Differences in Pfizer-BioNTech and Moderna COVID-19 Vaccine Packaging*.

Virginia Department of Health .

<https://www.vdh.virginia.gov/content/uploads/sites/182/2022/12/COVID-Vaccine-Error-Prevention.pdf>

Violation Tracker, (2025) *Violation Tracker Industry Summary Page*.

<https://violationtracker.goodjobsfirst.org/industry/pharmaceuticals>

Walker, M. (n.d.). *Bertrand (nash) equilibrium*. Concurrences.

<https://www.concurrences.com/en/dictionary/bertrand-nash-equilibrium>

WHO. (2025). *History of WHO*. World Health Organization.

<https://www.who.int/about/history#:~:text=When%20diplomats%20met%20to%20form,year%20as%20World%20Health%20Day>

WHO. (2025). *Timeline: Who's covid-19 response*. World Health Organization.

<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline>

WIPO. (n.d.). *Patents*. <https://www.wipo.int/en/web/patents>

3SC, (2025, January 23). *Why is Demand Planning Crucial in the Pharmaceutical Industry?*

<https://3scsolution.com/insight/demand-planning-pharmaceutical-industry#:~:text=without%20compromising%20efficiency,-,3.,appropriate%20to%20meet%20these%20needs.>