

La relación entre ciencia y derecho: un análisis filosófico y epistemológico de su interacción

The Relationship Between Science and Law: A Philosophical and Epistemological Analysis of Their Interaction

Por: Hugo De Jesús Botero Quiceno¹

Recibido: 28 de abril de 2025

Aceptación: 07 de septiembre de 2025

Resumen

Este artículo examina la compleja relación entre ciencia y derecho, destacando su evolución histórica desde el Renacimiento hasta la actualidad. La interacción entre ambas disciplinas ha sido fundamental para abordar los desafíos sociales y científicos, influenciándose mutuamente en diversos ámbitos, como la medicina forense, la regulación ambiental y la bioética. La ciencia proporciona conocimientos empíricos que sustentan el desarrollo de marcos legales, mientras que el derecho busca regular y orientar el avance científico éticamente y socialmente responsable. La investigación subraya la importancia de comprender cómo los avances científicos, como la inteligencia artificial y la biotecnología, plantean nuevos dilemas éticos y jurídicos que requieren soluciones innovadoras y adaptadas. Además, se destaca el papel de las estrategias metodológicas, como la búsqueda sistemática en Google Académico, en la recopilación y análisis crítico de fuentes relevantes, garantizando rigurosidad y credibilidad. La reflexión final enfatiza la necesidad de un diálogo interdisciplinario y de políticas públicas que integren los hallazgos científicos, promoviendo un marco legal actualizado, justo y sostenible en un mundo en constante cambio. La interacción entre ciencia y derecho es clave para construir sociedades más responsables, éticas y equitativas. Palabras clave: Ciencia y Derecho; Interdisciplina; Bioética; Regulación Legal e Innovación Científica. Nombre del artículo en inglés: "The Relationship Between Science and Law: A Philosophical and Epistemological Analysis of Their Interaction"

Abstract

This article examines the complex relationship between science and law, highlighting its historical evolution from the Renaissance to the present day. The interaction between these two disciplines has been fundamental in addressing social and scientific challenges, influencing each other in various fields such as forensic medicine, environmental regulation, and bioethics. Science provides empirical knowledge that supports the development of legal frameworks, while law seeks to regulate and guide scientific advancement in an ethically and socially responsible manner. The research underscores the importance of understanding how scientific advancements, such as artificial intelligence and biotechnology, raise new ethical and legal dilemmas that require innovative and adaptive solutions. Furthermore, the role of methodological strategies, such as systematic searches in Google Scholar, is emphasized in the collection and critical analysis of relevant sources, ensuring rigor and credibility. The final reflection stresses the need for interdisciplinary dialogue and public policies that integrate scientific findings, promoting a legal framework that is updated, fair, and sustainable in an ever-changing world. The interaction between science and law is crucial in building more responsible, ethical, and equitable societies.

Keywords: Science and Law; Interdisciplinarity; Bioethics; Legal Regulation and Scientific Innovation.

¹ Licenciado en Biología y Química. Magíster en Educación de la Universidad del Valle. Actualmente, estudiante de Derecho en la Universidad Santiago de Cali. <https://orcid.org/0009-0003-4143-6409>; rectoria@colegiohispano.edu.co; hujebogui1@gmail.com

1. Introducción

La relación entre ciencia y derecho ha sido un tema de creciente relevancia a lo largo de la historia, reflejando la evolución de ambas disciplinas y su capacidad para influir mutuamente en el contexto social. Desde los primeros códigos legales que regulaban prácticas médicas hasta las complejas legislaciones actuales que abarcan la biotecnología, la inteligencia artificial y los derechos humanos, por presentar algunos ejemplos, es evidente que los avances científicos no solo han transformado nuestra comprensión del mundo, sino que también han planteado nuevos desafíos legales que requieren una atención cuidadosa.

A lo largo de los siglos, la relación ciencia y derecho ha logrado entrelazarse de maneras complejas y multifacéticas. Desde el Renacimiento, cuando el florecimiento de la ciencia moderna comenzó a desafiar las normas establecidas y las leyes eclesiásticas, hasta la Ilustración, cuando los avances científicos empezaron a influir en la creación de códigos legales más racionales y equitativos, esta conexión ha sido crucial. En el siglo XX, la integración de la ciencia en el ámbito legal se volvió indispensable, especialmente en campos como la medicina forense y la regulación ambiental. Hoy en día, la intersección entre ciencia y derecho es vital para abordar los desafíos globales contemporáneos, como la bioética, la inteligencia artificial y el cambio climático. Investigar este vínculo es crucial para crear un marco legislativo que sea equitativo y esté actualizado con los hallazgos científicos más recientes, garantizando un futuro más sostenible y equilibrado.

La interrelación entre estos campos se convierte en un espacio fértil para el análisis crítico, donde conceptos clave como la bioética y la justicia social emergen como pilares fundamentales en la formulación de políticas públicas. En este sentido, la ciencia no solo proporciona las bases empíricas necesarias para el desarrollo de leyes efectivas, sino que también invita a

un examen ético profundo sobre las implicaciones de dichas regulaciones en la vida cotidiana de las personas. Por ejemplo, la legislación ambiental se nutre de descubrimientos científicos que evidencian la necesidad urgente de proteger nuestros ecosistemas, mientras que el uso de la ciencia forense en el ámbito penal ha revolucionado los procesos judiciales, garantizando una mayor precisión en la búsqueda de la verdad. Del mismo modo, la aparición de nuevas tecnologías plantea preocupaciones sobre la seguridad y la privacidad de los datos, lo que dificulta que los legisladores logren un equilibrio entre las libertades individuales y la innovación. Este intrincado entorno enfatiza la importancia de investigar cómo estas relaciones impactan no solo a las personas y las comunidades, sino también al futuro del derecho y su capacidad para cambiar con los tiempos.

De manera introductoria, es pertinente presentar algunos ejemplos que iluminan la profunda y multifacética relación que ha existido entre ciencia y derecho a lo largo de la historia. En primer lugar, en el “*Libro XXVI*” de “*El espíritu de las leyes*”, Montesquieu destaca varias relaciones importantes entre ciencia y derecho, subrayando cómo las leyes deben adaptarse a la naturaleza de las cosas y a las realidades sociales. Montesquieu menciona la influencia del derecho natural, que se fundamenta en principios universales y científicos que deberían guiar la creación de leyes justas y equitativas. Además, reconoce que las leyes también deben considerar el contexto religioso de cada sociedad, lo que implica un entendimiento de la antropología y sociología que puede ser abordado desde un punto de vista científico. Otro aspecto crucial es la idea de que las leyes no son estáticas, sino que deben evolucionar en relación a los avances científicos y tecnológicos que modifican la realidad social. Montesquieu también analiza cómo los diferentes principios de gobierno (como el absoluto, el republicano, etc.) se interrelacionan

La relación entre ciencia y derecho ha sido un tema de creciente relevancia a lo largo de la historia, reflejando la evolución de ambas disciplinas y su capacidad para influir mutuamente en el contexto social.

con el conocimiento científico y cómo esto afecta la formulación de leyes que sean efectivas y adecuadas para cada tipo de gobierno y su contexto particular. Este enfoque multidisciplinario y adaptativo refleja la necesidad de un marco legal que evolucione junto con los descubrimientos científicos y los cambios sociales, garantizando así un ordenamiento jurídico más justo y eficaz.²

Podemos destacar que el “El espíritu de las leyes” de Montesquieu fue escrito en el contexto de la Ilustración, un movimiento intelectual del siglo XVIII que promovía la razón, la ciencia y el progreso humano. Publicado en 1748, el libro se sitúa en una época de grandes cambios sociales y políticos en Europa, incluyendo el auge del pensamiento crítico y el cuestionamiento de las estructuras de poder tradicionales. Montesquieu, influenciado por sus viajes por Europa y especialmente por el modelo político anglosajón que observó en Gran Bretaña, propuso la idea de la separación de poderes como una forma de prevenir el abuso de autoridad y garantizar la libertad.³ Su obra tuvo un impacto duradero en la teoría del gobierno y la redacción de constituciones modernas, incluyendo la Constitución de los Estados Unidos.

Por otro lado, el texto de T.S. Kuhn es fundamental para el estudio de las relaciones entre ciencia y derecho debido a varias razones clave que resaltan la interconexión entre estos dos campos. Por un lado, Kuhn introduce el concepto de “paradigma”⁴, que se refiere a los marcos teóricos y normativos que rigen el pensamiento en una determinada comunidad científica. Este concepto tiene un paralelismo directo en el ámbito del derecho, donde las leyes y

normativas son el resultado de consensos dentro de una comunidad jurídica, lo que permite analizar cómo las revoluciones científicas pueden influir en la interpretación de leyes existentes y cómo, a su vez, los cambios en la legislación pueden dar forma a nuevas direcciones en la investigación científica. Además, Kuhn distingue entre “ciencia normal” y “cambio paradigmático”, sugiriendo que la ciencia opera dentro de un marco establecido hasta que surgen anomalías que requieren una revisión profunda.⁵

Este proceso es similar en el derecho, donde la aplicación de nuevos conocimientos científicos puede desafiar normativas vigentes y provocar reformas significativas, especialmente en áreas como el derecho médico o ambiental. Asimismo, Kuhn enfatiza la importancia de contextualizar el conocimiento dentro de su tiempo histórico, lo que permite entender cómo las disciplinas científicas y jurídicas evolucionan y se transforman mutuamente, ofreciendo un marco para discutir los cambios en la interpretación legal a medida que emergen nuevos descubrimientos científicos. Esta perspectiva no solo enriquece nuestro entendimiento sobre cómo se forman y reformulan conceptos en ambos campos, sino que también invita a una reflexión crítica sobre la naturaleza del conocimiento y su aplicación práctica en la sociedad contemporánea.

Finalmente, este artículo tiene como objetivo explorar las ideas generales asociadas a la interrelación que existe entre dos disciplinas consideradas yuxtapuestas, la ciencia y el derecho, así como su relevancia en el contexto actual, donde los desafíos globales requieren una colaboración interdisciplinaria más estrecha. En

En el “Libro XXVI” de “El espíritu de las leyes”, Montesquieu destaca varias relaciones importantes entre ciencia y derecho, subrayando cómo las leyes deben adaptarse a la naturaleza de las cosas y a las realidades sociales.

² De Secondat, C. L., & de Montesquieu, B. (1993).

³ Fernández, V. M. (11 de agosto, 2023).

⁴ Concepto que podría denotar un conjunto de creencias, valores, técnicas y supuestos que comparten los miembros de una comunidad científica en un momento determinado. Este marco proporciona no solo las teorías y leyes fundamentales que guían la investigación, sino también los métodos y normas que los científicos utilizan para abordar problemas y realizar su trabajo. Los paradigmas son esenciales porque establecen los criterios bajo los cuales se consideran válidos los problemas científicos y las soluciones propuestas. Cuando ocurren cambios significativos en estos paradigmas, resultan en transformaciones importantes en la forma en que se lleva a cabo la investigación y se entienden los fenómenos, lo que puede dar lugar a revoluciones científicas.

⁵ Kuhn, T. S. (2019).

un mundo en constante evolución, donde los avances científicos impactan profundamente en la vida cotidiana y en la toma de decisiones políticas, es fundamental que el marco legislativo se adapte y responda a estos cambios. A través de este análisis, se busca establecer un vínculo crucial que permita integrar los hallazgos científicos más recientes en la formulación de leyes y regulaciones, asegurando que estas no solo sean equitativas, sino también reflejen un compromiso con la sostenibilidad y el bienestar social. La intersección entre ciencia y derecho no solo ofrece oportunidades para mejorar la calidad de vida de las personas, sino que también plantea interrogantes éticos y legales que deben ser abordados con seriedad y rigor. Así, al considerar cómo estas dos disciplinas pueden complementarse mutuamente, se abre un espacio para el diálogo y la innovación que podría transformar la manera en que entendemos y aplicamos la justicia en un mundo cada vez más complejo.

2. Materiales y Métodos

Esta investigación se llevó a cabo mediante una búsqueda sistemática en Google Académico, utilizando una combinación de palabras clave y operadores booleanos para maximizar la relevancia y precisión de los resultados. La estrategia de búsqueda se dividió en dos fases:

2.1 Fase 1: Identificación de Fuentes Primarias

En esta fase, se llevó a cabo una búsqueda sistemática orientada a localizar estudios originales y documentos primarios relacionados con la interacción entre ciencia y derecho. Se utilizaron combinaciones específicas de términos clave, tales como: “ciencia y derecho”, “ciencia AND derecho”, (ciencia OR tecnología) AND derecho, derecho AND cienc*, entre otros. También se emplearon modificadores para focalizar la búsqueda en títulos, con expresiones como intitle: “ciencia y derecho” y allintitle: ciencia derecho, con el propósito de maximizar la relevancia de los

resultados. La plataforma elegida para esta búsqueda fue Google Académico, dada su capacidad para filtrar y ordenar publicaciones por citas, lo que facilitó la identificación de estudios ampliamente reconocidos y de alta calidad. Asimismo, se priorizaron documentos como artículos de investigación, tesis y reportes de conferencias, considerados fuentes primarias indispensables para fundamentar el análisis.

2.2 Fase 2: Identificación de Fuentes Secundarias

En el caso de búsquedas diseñadas para encontrar fuentes bibliográficas secundarias sobre el tema “La relación entre ciencia y derecho” en Google Académico, se emplearon técnicas avanzadas y operadores booleanos que facilitaron la obtención de información relevante y específica. Por ejemplo, al realizar una búsqueda exacta de la frase “relación entre ciencia y derecho”, se obtuvieron resultados que abordaban directamente esta intersección, permitiendo así un análisis profundo de cómo ambas disciplinas se influían mutuamente. Asimismo, al explorar el vínculo entre ética, ciencia y derecho mediante la combinación de términos como (“ética científica” OR “bioética”) AND (“marco legal” OR derecho), se identificaron textos que analizaron las interacciones entre estos campos, revelando las complejidades éticas que surgieron en la aplicación de la ciencia dentro del ámbito jurídico.

Otro enfoque interesante fue investigar la relación entre avances científicos y normatividad utilizando la búsqueda (“avances científicos” AND “legislación”) OR (“tecnología” AND “marco jurídico”), lo que permitió acceder a fuentes que discutían cómo los desarrollos en la ciencia habían influido en la creación y modificación de leyes. Además, estudios sobre ciencia forense y derecho fueron encontrados con la búsqueda “ciencia forense” AND “derecho penal”, proporcionando resultados específicos sobre cómo la evidencia científica se integraba en el proceso judicial. La búsqueda del impacto de la regulación científica en derechos humanos se realizó con

Estudios sobre ciencia forense y derecho fueron encontrados con la búsqueda “ciencia forense” AND “derecho penal”, proporcionando resultados específicos sobre cómo la evidencia científica se integraba en el proceso judicial.

("regulación científica" OR "derecho a la ciencia") AND "derechos humanos", analizando cómo los marcos legales regularon los avances científicos en pro de los derechos fundamentales.

La historia y el contexto de esta relación se investigaron a través de ("historia de la ciencia" AND derecho) OR ("evolución de la legislación" AND ciencia), lo que permitió un entendimiento más profundo del desarrollo histórico de estas interacciones. Asimismo, términos específicos como ("responsabilidad científica" AND "marco jurídico") OR ("impacto legal" AND tecnología) facilitaron el hallazgo de estudios que abordaron la responsabilidad de los científicos frente al derecho. Para obtener ejemplos prácticos, se utilizó ("jurisprudencia científica" AND "derecho ambiental") OR ("bioética" AND legislación), lo cual fue útil para identificar casos concretos que demostraron esta intersección. Finalmente, al buscar fuentes desde una perspectiva internacional con ("ciencia y derecho internacional") OR ("derecho global" AND tecnología), se identificaron textos que analizaron el impacto global de los avances científicos en el marco legal.

Estas estrategias no solo optimizaron la búsqueda de información, sino que también permitieron acceder a fuentes secundarias relevantes y especializadas que enriquecieron el estudio del tema desde múltiples enfoques.

Una vez recopiladas las fuentes, se realizó un análisis crítico exhaustivo de cada documento, comenzando con una evaluación rigurosa de la credibilidad. Este proceso incluyó la revisión de la calidad de las publicaciones, donde se consideraron factores como la reputación de la revista o editorial, la experiencia del autor y el diseño metodológico de los estudios. En este sentido, Google Académico surgió como un recurso crucial, ya que permite medir la importancia de un artículo observando la cantidad de citas que tiene. Un gran número de citas es indicativo de una contribución sustancial al tema, pero también puede apuntar a modas en el campo. Posteriormente, se realizó un análisis temático clasificando las fuentes en función de los temas emergentes. Esto permitió una detección

más fácil de patrones y discrepancias, exponiendo en última instancia la naturaleza intrincada del escenario de investigación. Se elaboraron resúmenes detallados de cada fuente, resaltando objetivos, metodologías y resultados, lo que no solo organizó la información, sino que también puso de manifiesto las lagunas en la literatura existente. Finalmente, la síntesis y comparación de diferentes fuentes, tanto primarias como secundarias, permitió contrastar hallazgos individuales con conclusiones generales extraídas de revisiones sistemáticas.

2.3 Ecuación de Búsqueda Empleada

Con el propósito de identificar de manera precisa y eficiente las referencias bibliográficas proporcionadas —incluyendo libros, artículos académicos y sentencias judiciales— se propone una ecuación de búsqueda combinada que articula criterios temáticos, autorales y jurídicos. Esta estrategia está diseñada para maximizar la recuperación de resultados relevantes en plataformas como Google Scholar, Scopus y bases jurídicas especializadas. A continuación, se presentan los componentes de la ecuación de búsqueda:

(/* Autores principales */

("Alexy, R." OR "Aronson, J." OR "Ashley, K.D." OR "Avella, M.D.P.R." OR "Butler, J.M." OR "Brownsword, R." OR "Citron, D.K." OR "De Secondat, C.L." OR "Descartes, R." OR "Doudna, J.A." OR "Eisenberg, R.S." OR "Fernández, V.M." OR "Funtowicz, S.O." OR "Grundmann, R." OR "Haack, S." OR "Hart, H.L." OR "Hildebrandt, M." OR "House of Commons" OR "Huq, A.Z." OR "Hulme, M." OR "Jasanoff, S." OR "Jinek, M." OR "Jobling, M.A." OR "Kaye, D.H." OR "Kelsen, H." OR "Kevles, D.J." OR "Koehler, J." OR "Krimsky, S." OR "Kuhn, T.S." OR "Latour, B." OR "Laudan, L." OR "Ledford, H." OR "Lynch, M." OR "Mann, M.E." OR "Medvedeva, M." OR "Mittelstadt, B.D." OR "Murphy, E.E." OR "Oreskes, N." OR "Pearce, F." OR "Platón" OR "Popper, K.R." OR "Remus, D." OR "Rivera Morales, R." OR "Shiva, V." OR "Sourdin, T." OR "Surden, H." OR "Susskind, R." OR "Taruffo, M." OR "Teubner, G." OR "Thompson, W.C." OR "Vallverdú, J.") OR

/*Términos temáticos con sinónimos y truncamientos */

("epistemología jurídica" OR "argumentación jurídica"
OR "prueba judicial" OR
"construcción de hechos" OR "verdad en derecho") OR

("IA en derecho" OR "algoritmos legales" OR
"COMPAS algoritmo" OR
"predictores judiciales" OR "robot lawyer") OR

("ADN forense" OR "perfiles genéticos" OR "CRISPR-
Cas9" OR "patentes biotecnológicas" OR

"Diamond v. Chakrabarty") OR
("cambio climático y derecho" OR "Climategate" OR
"ciencia post-normal" OR
"negacionismo climático" OR "política científica") OR

("ética algorítmica" OR "sesgo en algoritmos" OR
"debida proceso computacional" OR
"derechos humanos digitales") OR

/* Títulos exactos */

(intitle:"Teoría de la argumentación jurídica" OR
intitle:"Genetic Witness" OR
intitle:"Artificial Intelligence and Legal Analytics" OR
intitle:"The Scored Society" OR
intitle:"El espíritu de las leyes" OR
intitle:"Fundamentals of Forensic DNA Typing" OR
intitle:"Merchants of Doubt" OR
intitle:"Truth Machine" OR
intitle:"La estructura de las revoluciones científicas")

AND

/* Contextos legales y periodos */

("derecho constitucional" OR "propiedad intelectual"
OR "derecho penal" OR

"derechos humanos" OR "regulación tecnológica" OR
"ética científica") OR
(1980:2025) /* Rango temporal de publicaciones */)

3. Resultados y Discusión

3.1. Tratamiento y Análisis Bibliográfico

Para abordar la extensión y diversidad de la información bibliográfica recolectada sobre la relación entre ciencia y derecho, se implementó un procedimiento sistemático y riguroso de gestión y análisis documental. Inicialmente, se emplearon estrategias de búsqueda con operadores booleanos y términos clave específicos para identificar fuentes primarias y secundarias relevantes, priorizando artículos de investigación, tesis, libros y reportes de conferencias reconocidos en Google Académico.

Una vez recopiladas las fuentes, se aplicó un análisis crítico exhaustivo que incluyó la evaluación de la credibilidad de cada documento, considerando la reputación editorial, experiencia de los autores, calidad metodológica y número de citas para determinar su impacto en el campo. Este filtro permitió seleccionar estudios con contribuciones sustanciales y evitar modas pasajeras.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis temático que facilitó la clasificación de las fuentes según los tópicos emergentes, posibilitando la detección de patrones comunes, discrepancias y vacíos en la literatura existente. Durante esta fase, se elaboraron resúmenes detallados que destacaron objetivos, metodologías y principales hallazgos de cada estudio, lo que permitió organizar la información y preparar la base para una síntesis comparativa.

Finalmente, la integración de los datos provenientes de distintas perspectivas y enfoques interdisciplinarios permitió construir una narrativa sólida y crítica, enriqueciendo el entendimiento sobre cómo la ciencia y el derecho interactúan y se influyen mutuamente. Este análisis bibliográfico sistemático constituye el fundamento de los resultados presentados a continuación y orienta la discusión hacia nuevas interrogantes conceptuales y prácticas.

Para dar inicio al cruce o intersecciones entre la ciencia y el derecho, se establece una discusión que

invita a la reflexión sobre la naturaleza de la realidad, la percepción humana y la base del conocimiento; inspirados por tres elementos conceptuales profundamente arraigados en la filosofía y el pensamiento crítico. Veamos cómo estas metáforas enfocan las tensiones y convergencias entre el rigor científico y la interpretación jurídica.

La alegoría de la caverna de Platón sirve como una potente metáfora para ilustrar cómo el conocimiento científico transforma la comprensión jurídica de la realidad. En ella, los prisioneros representan una sociedad atrapada en percepciones limitadas, mientras que la luz del sol simboliza la revelación de verdades a través de la ciencia. Esta iluminación permite al derecho evolucionar, adaptándose a nuevos descubrimientos mediante leyes basadas en evidencia, actualización de normativas y eliminación de regulaciones obsoletas. Además, la alegoría destaca la necesidad de educación y apertura mental: aceptar el conocimiento científico requiere superar la resistencia al cambio. Por ello, es fundamental que legisladores, científicos y ciudadanos mantengan una actitud receptiva para construir un sistema jurídico más justo y acorde con la realidad. (Platón 2019).

La idea hindú de “maya”, entendida como la ilusión del mundo material, ofrece una poderosa metáfora para analizar cómo la ciencia y el derecho contribuyen a revelar la verdadera naturaleza de nuestra realidad social. En este contexto, “maya” representa las percepciones erróneas y construcciones sociales que limitan nuestra comprensión y decisiones éticas. La ciencia, al descubrir nuevas verdades, permite desmontar esas ilusiones y ajustar tanto el pensamiento colectivo como el marco jurídico. Por su parte, el derecho debe evolucionar en consonancia con el conocimiento científico, abandonando normativas basadas en visiones obsoletas. Así, la interacción

entre ciencia y derecho se convierte en un proceso continuo de esclarecimiento, orientado a construir una sociedad más justa, consciente y alineada con la verdad. (Vallverdú, J., & México, U. D. E. D. M. 1998).

Terminando con estos tres elementos filosóficos y del pensamiento crítico, consideremos al demonio de Descartes,⁶ en la cual se plantea la posibilidad de que nuestras percepciones sean completamente engañosas, lo que nos obliga a cuestionar la certeza del conocimiento. Aplicada al vínculo entre ciencia y derecho, esta idea subraya la importancia del escepticismo, la verificación rigurosa y la búsqueda de fundamentos sólidos. En ciencia, implica validar teorías mediante evidencia empírica y métodos precisos; en derecho, exige decisiones basadas en pruebas claras y procesos justos. Además, resalta la necesidad de transparencia en leyes y políticas públicas, asegurando que se basen en el conocimiento más confiable. Así, ciencia y derecho deben colaborar para disipar ilusiones y construir una sociedad más justa y fundamentada en la verdad.

Es así como a través de estos prismas, el de Platón, el de “maya” y el de Descartes, se propone un análisis inicial que no solo desentraña las complejidades epistemológicas que subyacen a ambas disciplinas, sino que también invita a repensar cómo el derecho puede aprender de la ciencia para construir sistemas más justos y fundamentados en una comprensión más profunda de la verdad.

3.1 Fundamentos Epistemológicos de la Relación entre Ciencia y Derecho

La ciencia y el derecho, como pilares de la construcción social e intelectual, comparten un interés primordial en la búsqueda de la verdad, aunque sus caminos hacia este propósito son esencialmente distintos. La ciencia, con su enfoque sistemático y experimental,

⁶ La noción del “demonio de Descartes”, también conocido como el “genio maligno”. Básicamente, en la Primera Meditación, Descartes introduce la idea de que podría existir un ser maligno que lo engañara sobre todo lo que creía saber. Este “genio maligno” tiene la capacidad de manipular sus percepciones y pensamientos, lo que le lleva a cuestionar la fiabilidad de sus sentidos y, por ende, la existencia del mundo externo. La cita relevante se puede resumir en la idea de que hay un ser que podría estar haciendo que Descartes se equivoque sobre todo lo que considera verdadero. (Descartes, R. 1904).

aspira a descubrir verdades generales sobre el mundo natural y social, utilizando métodos empíricos y teorías falsables como las propuestas por Karl Popper. Por su parte, el derecho se centra en verdades particulares y contextuales, relacionadas con hechos específicos en escenarios de controversias jurídicas, estructurando normas sociales a través de sistemas lógico-formales y principios éticos, como los planteados por H.L.A. Hart. Aunque sus metodologías difieren, estas disciplinas comparten preocupaciones epistemológicas comunes, reflejando la interdependencia entre la observación sistemática de la realidad y la construcción normativa que regula la convivencia humana. (Popper, K. R., & de Zavala, V. S. 1934; Hart, H. L. 1998).

La relación entre ciencia y derecho ha sido objeto de profundos análisis filosóficos desde la Ilustración, evolucionando significativamente como campo interdisciplinario en las últimas décadas. Esta intersección aborda complejas dinámicas que involucran teorías epistemológicas, fundamentos éticos y desafíos prácticos. Como señala Susan Haack (2014), la ciencia y el derecho, aunque distintos en objetivos y métodos, persiguen la verdad por caminos diferentes, conectándose en su interés por entender y transformar la realidad. Hasta este punto, se busca analizar cómo el diálogo entre ambas disciplinas amplía las perspectivas sobre la naturaleza humana y las estructuras sociales, integrando definiciones clave y fuentes fundamentales que facilitan la comprensión de su interacción desde la sociología de la ciencia y la filosofía del derecho. Esta reflexión no solo resalta la relevancia de cada campo, sino que también abre nuevas vías para afrontar los retos de la modernidad de manera innovadora y estructurada.

La epistemología, como disciplina filosófica dedicada al estudio del conocimiento humano, proporciona un marco esencial para la comprensión de la ciencia y el derecho en sus dimensiones cognitivas. Ambas áreas, aunque distintas en método y propósito,

La epistemología, como disciplina filosófica dedicada al estudio del conocimiento humano, proporciona un marco esencial para la comprensión de la ciencia y el derecho en sus dimensiones cognitivas.

comparten la preocupación por la determinación de la verdad, ya sea mediante la investigación empírica o la interpretación jurídica. Como señala Susan Haack (2009), la epistemología busca responder a la pregunta fundamental de: “*cómo sabemos lo que creemos saber*” (p. 23), una inquietud que atraviesa tanto el proceso científico como la práctica judicial. En este sentido, el conocimiento científico se distingue por su carácter sistemático, falible y objetivamente verificable, fundamentado en la experimentación y el análisis racional. Karl Popper (1959/2002)

enfatisa la falsabilidad como criterio esencial del método científico, señalando que: “*lo que caracteriza al método científico es su modo de exponer a la falsación, de todas las formas concebibles, al sistema que ha de ponerse a prueba*” (p. 42). Esta perspectiva ha sido determinante en la evolución de la epistemología contemporánea, influyendo no solo en la ciencia, sino también en el derecho, donde la búsqueda de la verdad se estructura en principios probatorios y lógicos. La intersección entre estos dos campos del saber revela una relación compleja y dinámica, en la que la construcción del conocimiento se encuentra en constante diálogo con la normatividad jurídica y los métodos científicos de validación empírica.

La ciencia, en su definición contemporánea, se configura como un conjunto sistemático de conocimientos que, mediante la observación y el razonamiento, derivan principios y leyes generales que explican el mundo natural y social. Sin embargo, esta concepción aparentemente sencilla oculta profundas complejidades epistemológicas que han sido objeto de debate por filósofos como Thomas Kuhn. En su obra *La estructura de las revoluciones científicas* (1962), Kuhn introduce una perspectiva historicista, destacando que la “ciencia normal” se basa en supuestos compartidos por la comunidad científica acerca de cómo es el mundo. Esta confianza colectiva en los paradigmas establecidos no solo es esencial para el desarrollo de la ciencia, sino que también puede conllevar un costo considerable, dado que los científicos tienden

a defender sus suposiciones incluso frente a desafíos significativos. Así, el método científico y su evolución no son estáticos ni infalibles, sino dinámicos y profundamente influenciados por los contextos históricos y sociales en los que se desarrollan. Este enfoque, más allá de ofrecer una comprensión del conocimiento científico, subraya su carácter falible y la importancia de la crítica y la renovación en el progreso de las teorías y modelos que buscan interpretar la realidad.

Por otro lado, una de las concepciones más importantes en esta consideración sería la epistemología jurídica, la cual se establece como un campo fundamental dentro del derecho, dedicado al estudio de las condiciones en las que se construye y valida el conocimiento en el ámbito judicial. Michele Taruffo (2005) la define como: *“el estudio de las condiciones bajo las cuales puede obtenerse conocimiento verdadero acerca de los hechos relevantes en el contexto del proceso judicial”* (p. 15), evidenciando su preocupación por la determinación de la verdad dentro de un marco normativo. En este contexto, la prueba se convierte en un concepto esencial que, aunque presente tanto en la ciencia como en el derecho, adquiere matices específicos en cada disciplina. Desde el punto de vista jurídico, Larry Laudan (2006) la describe como *“cualquier elemento de juicio que permita establecer la verdad de una proposición fáctica que se alega en un proceso”* (p. 87). A diferencia de la prueba científica, que opera bajo principios de reproducibilidad y falsabilidad, la prueba judicial está regida por procedimientos estrictos, normas procesales y limitaciones temporales que condicionan su obtención y valoración. La relación entre epistemología y derecho no solo permite una mejor comprensión del proceso de producción del conocimiento en el ámbito jurídico, sino que también resalta la necesidad de desarrollar métodos eficientes para evaluar la fiabilidad de las pruebas dentro del sistema judicial, garantizando así decisiones más justas y fundamentadas.

La intersección entre ciencia y derecho da lugar a conceptos clave que permiten comprender cómo se

La intersección entre ciencia y derecho da lugar a conceptos clave que permiten comprender cómo se construye el conocimiento en cada disciplina y su impacto en la toma de decisiones legales.

construye el conocimiento en cada disciplina y su impacto en la toma de decisiones legales. En este contexto, la prueba científica también adquiere una relevancia particular, pues su valoración judicial debe equilibrar la rigurosidad metodológica con los principios del debido proceso, garantizando que los hallazgos científicos sean interpretados de manera adecuada en el ámbito jurídico. De este modo, la prueba científica representa uno de los puntos más evidentes de intersección entre ciencia y derecho. Para el caso de Susan Haack (2014) la caracteriza como: *“aquella que se basa en métodos, técnicas o procedimientos científicos para la determinación de hechos jurídicamente relevantes”* (p. 294). Su incorporación al proceso judicial plantea desafíos epistemológicos significativos, pues requiere que los jueces, generalmente novatos en materias científicas, evalúen la fiabilidad y relevancia de conocimientos especializados. El estándar de prueba, es concepto fundamental en la epistemología jurídica que determina el grado de confirmación que debe alcanzar una hipótesis fáctica para ser aceptada como verdadera en un proceso judicial. Por ejemplo, para el caso de Larry Laudan (2006) lo define como: *“el umbral de suficiencia probatoria que debe superarse para considerar probado un hecho”* (p. 103). Los diferentes estándares de prueba (preponderancia de la evidencia, prueba clara y convincente, más allá de toda duda razonable) reflejan consideraciones tanto epistemológicas como morales sobre la distribución del riesgo de error.

3.2 Teorías que Sustentan la Relación entre Ciencia y Derecho

La interrelación entre la ciencia y el derecho ha suscitado un profundo debate en el ámbito académico, evidenciando tanto la complejidad de sus respectivas metodologías como la riqueza que emerge de su interacción. Desde las reflexiones del positivismo jurídico de Hans Kelsen, que concibe el derecho como un sistema normativo autónomo desligado de la moral

y la realidad social, hasta las críticas de pensadores contemporáneos como H.L.A. Hart, quienes sostienen que esa separación es insostenible, se abre un espectro de análisis que invita a considerar no solo las estructuras subyacentes de ambas disciplinas, sino también el papel crucial que juegan las realidades empíricas en su aplicación práctica. El pragmatismo jurídico, defendido por figuras como Susan Haack, subraya la necesidad de un enfoque integrador que no solo busque la verdad en contextos diferentes, sino que también permita un diálogo fructífero entre los métodos científicos y los principios jurídicos. En este marco, la perspectiva sociológica de autores como Bruno Latour nos recuerda que tanto la ciencia como el derecho son prácticas sociales que construyen realidades a través de sus propios procedimientos, lo que plantea interrogantes fundamentales sobre la naturaleza de la justicia y la objetividad en ambas esferas del conocimiento.

El positivismo jurídico, desarrollado principalmente por Hans Kelsen, concibe el derecho como un sistema normativo autónomo, cuya validez no depende de consideraciones morales o fácticas externas, sino exclusivamente de su estructura formal. En su obra *Teoría pura del derecho* (2020), Kelsen plantea la necesidad de una “ciencia del derecho” que estudie las normas jurídicas como su objeto específico, diferenciándolas de otras disciplinas empíricas y eliminando cualquier influencia extrajurídica en su interpretación. Según el propio Kelsen, *“la ciencia del derecho no describe la realidad natural, sino normas válidas y las relaciones constituidas por ellas”* (p. 84), lo que refuerza su visión del derecho como un sistema cerrado y autoexplicativo. Sin embargo, esta separación radical entre el derecho y otras formas de conocimiento ha sido objeto de críticas y reformulaciones. H.L.A. Hart, (1961/2012), advierte que el derecho, aunque concebido como un sistema normativo autónomo, emplea conceptos clasificatorios con una dimensión fáctica ineludible, lo que sugiere una interrelación más compleja entre la estructura jurídica y el conocimiento científico. Esta perspectiva abre un debate fundamental sobre los límites del positivismo y la influencia de elementos empíricos

en la interpretación y aplicación de las normas, revelando que el derecho, aunque normativamente independiente, no puede desligarse por completo de la realidad social y el conocimiento interdisciplinario.

El pragmatismo jurídico, magistralmente representado por Susan Haack, ofrece una perspectiva integrada que conecta la ciencia y el derecho a través de una epistemología naturalizada. Haack (2009) argumenta que: *“tanto la investigación científica como la determinación judicial de los hechos son empresas epistémicas que buscan la verdad, aunque lo hacen en contextos institucionales diferentes y con restricciones distintas”* (p. 45). En su obra *Evidencia e investigación* (1993), desarrolla un modelo epistemológico innovador denominado “fundherentismo”, que combina elementos del fundacionalismo y el coherentismo, enfatizando que la justificación del conocimiento depende tanto del apoyo experiencial directo como de su coherencia con nuestras creencias preexistentes. Este modelo trasciende los límites disciplinarios, aplicándose tanto a la validación del conocimiento científico como a la valoración de la prueba judicial. En su análisis más reciente, Haack (2014) rechaza la idea de que exista una epistemología jurídica completamente separada de la epistemología general, sosteniendo que: *“los principios epistemológicos que gobiernan la justificación de creencias en general son aplicables,*

El positivismo jurídico, desarrollado principalmente por Hans Kelsen, concibe el derecho como un sistema normativo autónomo

con las adaptaciones necesarias, a la valoración de la prueba en contextos jurídicos” (p. 307). Esta postura pragmatista no solo subraya las diferencias entre ambos campos, sino que también establece una continuidad epistemológica que permite construir un puente conceptual sólido entre la ciencia y el derecho, integrando sus metodologías en un marco coherente que enriquece la comprensión y la práctica de ambos ámbitos.

La admisibilidad y la valoración de la prueba científica en los tribunales ha generado una de las teorías más influyentes sobre la relación entre ciencia y derecho, destacando la importancia de establecer criterios claros y rigurosos para garantizar la fiabilidad de estas pruebas en el ámbito judicial. Un hito clave en esta relación fue el caso *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals* (1993), en el que la Corte Suprema de los Estados Unidos estableció parámetros específicos para evaluar la calidad y fiabilidad de la prueba científica. Según los llamados “criterios Daubert”, los tribunales deben considerar factores como la falsabilidad de la teoría o técnica, la revisión por pares y publicación, la tasa de error conocida o potencial, y la aceptación general en la comunidad científica relevante.

En el caso de Michele Taruffo (2008), ha señalado que estos criterios representan un intento significativo de los tribunales por incorporar estándares epistemológicos propios de la ciencia a la valoración judicial, un avance que refuerza la conexión entre ambos campos. Sin embargo, esta aproximación no ha estado exenta de críticas, como las de Larry Laudan (2006), quien argumenta que los criterios Daubert reflejan una visión a menudo simplificada del conocimiento científico. Laudan sostiene que la epistemología jurídica debe desarrollar sus propios estándares de valoración de la prueba científica, adaptados a las particularidades del proceso judicial, en lugar de intentar una trasposición directa de los métodos científicos. Esta discusión no solo subraya las tensiones inherentes entre ciencia y derecho, sino que también invita a reflexionar sobre la necesidad de enfoques interdisciplinarios más precisos y matizados para abordar los desafíos que surgen en la práctica judicial.

Desde una perspectiva sociológica, Bruno Latour y otros teóricos han realizado importantes contribuciones al estudio de las prácticas concretas de científicos y juristas, destacando las similitudes y diferencias en sus formas de construir conocimiento. En el caso de Latour, B. (2010), utiliza métodos etnográficos

previamente empleados en el análisis de la práctica científica para estudiar el Consejo de Estado francés. Según Latour: *“tanto la ciencia como el derecho son prácticas sociales que construyen hechos a través de procedimientos específicos de inscripción, traducción y movilización de aliados”* (p. 207).

No obstante, identifica diferencias fundamentales: mientras la ciencia aspira a establecer hechos estables y universales mediante la eliminación de la contingencia, el derecho opera en un contexto que enfatiza la particularidad de los casos y la contingencia inherente al proceso judicial.

Esta perspectiva constructivista encuentra resonancia en el ámbito jurídico con autores como Gunther Teubner (2002), quien propone una “epistemología constructivista del derecho”. Este sociólogo y jurista alemán, sostiene que: *“el derecho construye su propia realidad social a través de operaciones autorreferenciales”* (p. 123), lo que implica que el sistema jurídico procesa y transforma la información científica de acuerdo con sus propios códigos y procedimientos, generando un tipo específico de conocimiento jurídico adaptado a sus necesidades. Este enfoque interdisciplinario no solo revela la complejidad de la interacción entre ciencia y derecho, sino también la manera en que estas prácticas sociales configuran realidades específicas que impactan profundamente en la dinámica del conocimiento y la justicia.

La teoría de la argumentación jurídica, desarrollada por autores como Robert Alexy y Neil MacCormick, ofrece una perspectiva profundamente reflexiva sobre la intersección entre ciencia y derecho, al centrar su atención en la lógica y racionalidad que subyacen a la justificación de las decisiones judiciales. Robert Alexy (1989) define la argumentación jurídica como: *“un caso especial del discurso práctico general, sujeto a condiciones específicas como la vinculación a la ley, los precedentes y la dogmática”* (p. 177), destacando su carácter normativo y su conexión con reglas estructuradas. Este planteamiento refleja un paralelismo con la argumentación científica, la cual también se

La admisibilidad y la valoración de la prueba científica en los tribunales ha generado una de las teorías más influyentes sobre la relación entre ciencia y derecho

somete a estrictos criterios de justificación, aunque operando bajo restricciones y objetivos institucionales distintos. Por su parte, Michele Taruffo (2010) aborda con gran profundidad el complejo proceso de justificación judicial en casos que involucran pruebas científicas, afirmando que: *“el juez debe construir un razonamiento que integre coherentemente los conocimientos científicos aportados por los expertos con las normas jurídicas aplicables y las máximas de experiencia”* (p. 234). Este proceso exige una delicada articulación de distintos tipos de conocimiento, lo que evidencia los desafíos inherentes a la interacción entre la ciencia y el derecho. En última instancia, esta integración plantea interrogantes fundamentales sobre cómo equilibrar la objetividad científica con las particularidades normativas, subrayando la necesidad de un enfoque interdisciplinario para resolver los problemas que surgen en este cruce de saberes.

3.3 La Prueba Científica en el Proceso Judicial: Problemas Epistemológicos

En la intersección entre la ciencia y el derecho, surge una problemática compleja y multifacética, donde el papel del juez como guardián de la admisibilidad de la prueba científica se vuelve crucial. Los magistrados, que a menudo carecen de conocimientos científicos específicos, tienen la tarea de evaluar la validez de las teorías y técnicas científicas, lo que crea serios conflictos y dificultades. Esto no solo ilustra las limitaciones de esta posición, sino que también enfatiza lo crucial que es proporcionar a los jueces una comprensión fundamental de la ciencia. Al comprender los fundamentos epistemológicos de las distintas disciplinas, los operadores jurídicos pueden

tomar decisiones más informadas y equilibradas, contribuyendo así a una justicia más coherente y alineada con los principios de equidad y legalidad. En este contexto, se hace evidente que transformar la información científica en conocimiento accesible para el ámbito judicial es fundamental para garantizar un proceso justo y eficaz.

Uno de los problemas epistemológicos más relevantes en la intersección entre ciencia y derecho radica en el rol del juez como “gatekeeper” o guardián de la admisibilidad de la prueba científica⁷. Susan Haack (2014) destaca la paradoja de esta función, señalando que: *“se espera que jueces sin formación científica especializada evalúen la fiabilidad de métodos y teorías científicas complejas”* (p. 318), un desafío que pone en evidencia las limitaciones y tensiones inherentes a esta responsabilidad. Desde distintas perspectivas teóricas, este problema ha sido objeto de análisis para buscar soluciones que reconozcan la particularidad del contexto judicial. Michele Taruffo (2008) sostiene que: *“el juez no debe pretender convertirse en científico, sino desarrollar criterios epistemológicos generales que le permitan evaluar la fiabilidad de los métodos utilizados por los expertos”* (p. 112), destacando la necesidad de construir herramientas de análisis específicas para el ámbito legal. Por otro lado, Larry Laudan (2006) enfatiza la importancia de que los jueces adquieran

Uno de los desafíos más profundos en la interacción entre ciencia y derecho es la compleja traducción entre sus respectivos lenguajes especializados.

una “alfabetización científica básica”⁸ como un primer paso para comprender los fundamentos epistemológicos de las distintas disciplinas científicas. Este debate no solo evidencia las dificultades inherentes al papel del juez en la valoración de pruebas científicas, sino que también subraya la necesidad de construir un puente entre el conocimiento técnico y el marco jurídico, permitiendo

⁷ El rol del juez como “gatekeeper” se evidencia en los sistemas penales acusatorios de América Latina, particularmente en la etapa intermedia del proceso penal. Por ejemplo, en el sistema penal acusatorio colombiano, el juez de conocimiento actúa como filtro al decidir sobre la admisibilidad de las pruebas que serán debatidas en juicio oral, garantizando que solo aquellas obtenidas lícitamente y pertinentes accedan al debate probatorio. Este control se refleja en decisiones como la Sentencia C-025 de 2009 de la Corte Constitucional de Colombia, que reafirma la función del juez como garante de la legalidad y del debido proceso, evitando que pruebas ilícitas o irrelevantes contaminen el juicio.

⁸ La alfabetización científica básica en el ámbito jurídico se refiere a la capacidad de los operadores del derecho para comprender los principios fundamentales del método científico y evaluar críticamente información técnica o científica presentada en el proceso. Esta competencia es crucial cuando el juez, por ejemplo, debe valorar pruebas periciales o decidir sobre la admisibilidad de evidencia basada en conocimientos especializados. En contextos donde ciencia y derecho se cruzan —como en litigios sobre responsabilidad médica, daños ambientales o criminalística—, una mínima alfabetización científica permite al juez ejercer su rol de manera informada y evita la delegación ciega en los expertos. Así, se fortalece la racionalidad de las decisiones judiciales y se promueve un diálogo más equilibrado entre saberes. (Rivera Morales, R. 2011).

una toma de decisiones más informada, coherente y alineada con los principios de justicia.

Uno de los desafíos más profundos en la interacción entre ciencia y derecho es la compleja traducción entre sus respectivos lenguajes especializados. Este desafío es estructural más que meramente terminológico: ambas disciplinas funcionan de acuerdo con lógicas, épocas y objetivos diferentes, lo que requiere una serie de modificaciones para que la información científica sea comprensible y aplicable en contextos legales.

El filósofo, sociólogo y antropólogo francés, Latour, B. (2010) ha descrito este fenómeno como un proceso de “traducciones” sucesivas, en el cual los saberes científicos se transforman paulatinamente para ajustarse a los requerimientos narrativos, probatorios y procedimentales del mundo judicial. Esta idea es ampliada por Sheila Jasanoff (1997), pionera en los estudios de ciencia y tecnología aplicados al derecho, quien acuña el concepto de “ciencia regulatoria” para nombrar la forma particular que adquiere el conocimiento científico cuando es generado o reinterpretado para cumplir funciones dentro de marcos legales o administrativos. En palabras de la autora: *“la ciencia regulatoria difiere de la ciencia académica en sus*

objetivos, estándares de validación y contextos institucionales” (p. 76), destacando así que no se trata simplemente de trasladar información científica al foro legal, sino de reformularla bajo nuevas lógicas de legitimación y utilidad. Esta transformación evidencia la necesidad de una alfabetización científica básica en los operadores jurídicos, no para convertirlos en científicos, sino para permitirles comprender críticamente el conocimiento experto que se introduce en los procesos judiciales.

La determinación de los estándares de prueba adecuados para distintos tipos de procesos judiciales constituye un problema epistemológico fundamental

que ha sido ampliamente debatido en la filosofía del derecho. Larry Laudan (2006) ha desarrollado una influyente teoría sobre la relación entre los estándares

de prueba y la distribución del riesgo de error, destacando que: *“todo estándar de prueba implica una distribución específica del riesgo de error entre las partes del proceso”* (p. 122).

En el ámbito penal, el principio de “más allá de toda duda razonable”

busca minimizar las falsas condenas, aunque a costa de un mayor número de falsas absoluciones, reflejando una preferencia por la protección del acusado ante la posibilidad de errores judiciales. Sin embargo, esta distribución del error no se reduce únicamente a una cuestión epistemológica, sino que está profundamente arraigada en consideraciones morales y políticas que influyen en la configuración del sistema de justicia. Susan Haack (2014) ha cuestionado parcialmente este enfoque, señalando que: *“los estándares de prueba no deben concebirse exclusivamente en términos probabilísticos, sino que deben incorporar consideraciones sobre la calidad y variedad de las pruebas disponibles”* (p. 329).

Desde su perspectiva del “gradualismo”, Haack enfatiza que la justificación epistémica no es un criterio absoluto, sino una cuestión de grado que depende tanto de la cantidad como de la fiabilidad de las pruebas presentadas. Este debate sobre los estándares de prueba ilustra la compleja intersección entre el derecho y la epistemología, evidenciando cómo la toma de decisiones judiciales debe equilibrar la certeza probatoria con principios normativos que garanticen la equidad en la administración de justicia.

3.4 Casos Destacados en la Relación entre Conocimiento Científico y Normas Jurídicas

A lo largo de la historia, el vínculo entre la ciencia y el derecho ha sido confuso y en constante cambio, marcado por dificultades metodológicas, conflictos epistemológicos y ramificaciones éticas significativas. Esta intersección se manifiesta en diversos ámbitos

A lo largo de la historia, el vínculo entre la ciencia y el derecho ha sido confuso y en constante cambio, marcado por dificultades metodológicas, conflictos epistemológicos y ramificaciones éticas significativas.

donde el conocimiento científico y el razonamiento jurídico convergen, generando nuevos paradigmas que transforman tanto la práctica científica como la jurídica. Este apartado final examina casos paradigmáticos que ilustran esta compleja relación, abordando desde la biotecnología y el derecho de patentes hasta la inteligencia artificial y las decisiones automatizadas en el ámbito jurídico.

Estos casos no solo representan hitos históricos en la evolución de la relación entre ciencia y derecho, sino que también plantean interrogantes fundamentales sobre cómo las sociedades democráticas deben gestionar el avance científico-tecnológico dentro de marcos normativos que salvaguarden valores esenciales como la dignidad humana, la justicia y la equidad. A través del análisis de estos casos, se busca contribuir a una comprensión más profunda de los desafíos contemporáneos que emergen en la intersección de estos dos campos del conocimiento humano.

3.4.1 La biotecnología y el derecho de patentes: el caso *Diamond v. Chakrabarty* (1980)

El caso *Diamond v. Chakrabarty* marcó un punto de inflexión en la biotecnología moderna, surgido en un contexto de avances revolucionarios en ingeniería genética durante la década de 1970, como destaca Kevles (1994). Este período vio el desarrollo de técnicas de ADN recombinante que permitieron por primera vez modificar de forma dirigida el material genético de organismos vivos, abriendo posibilidades inéditas en la ciencia aplicada. En este marco, Ananda Mohan Chakrabarty, microbiólogo de General Electric, creó una bacteria del género *Pseudomonas*, genéticamente modificada para degradar múltiples componentes del petróleo crudo, ofreciendo potenciales aplicaciones en la limpieza de derrames petroleros. Sin embargo, la solicitud de patente presentada por Chakrabarty en 1972 suscitó

interrogantes clave: ¿podía un organismo vivo, aunque alterado por intervención humana, ser objeto de propiedad intelectual bajo la normativa de patentes?

Este debate, como señala Eisenberg (2006), trascendió el ámbito técnico del derecho de patentes, introduciendo cuestiones filosóficas sobre los límites éticos y la distinción entre descubrimiento e invención en el contexto de la biotecnología. La decisión adoptada en este caso no solo afectó el desarrollo de esta disciplina, sino que también sentó las bases para reflexionar sobre los derechos de propiedad intelectual y su relación con la innovación científica, señalando el impacto profundo de esta interacción en el avance de la biotecnología y el derecho.

La solicitud de patente de Chakrabarty enfrentó inicialmente el rechazo del examinador de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO), quien sostuvo que los organismos vivos no eran patentables según la legislación vigente. Esta decisión fue posteriormente confirmada por la Junta de Apelaciones de Patentes. Sin embargo, la Corte de Apelaciones de Aduanas y Patentes revocó el fallo, argumentando que *“el hecho de que los microorganismos estén vivos carece de significado legal para los propósitos de la ley de patentes”* (In re Chakrabarty, 571 F.2d 40, 1978).

Finalmente, el caso llegó a la Corte Suprema de los Estados Unidos, que emitió una decisión histórica el 16 de junio de 1980. En una ajustada votación de 5 a 4, la Corte determinó que un microorganismo vivo modificado por intervención humana podía ser considerado materia patentable conforme a la sección 101 del Título 35 del Código de los Estados Unidos, que permite la concesión de patentes para “cualquier proceso nuevo y útil, máquina, manufactura o composición de materia”. Esta decisión marcó un precedente clave en la legislación de patentes, reconociendo la innovación biotecnológica como un ámbito legítimo de protección

La solicitud de patente de Chakrabarty enfrentó inicialmente el rechazo del examinador de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO), quien sostuvo que los organismos vivos no eran patentables según la legislación vigente.

intelectual y sentando las bases para el desarrollo futuro de esta disciplina. El Presidente de la Corte Suprema, Warren E. Burger, escribiendo para la mayoría, afirmó:

“El lenguaje de la ley de patentes que el Congreso promulgó es lo suficientemente amplio como para abarcar cualquier cosa bajo el sol que sea hecha por el hombre. [...] La bacteria de Chakrabarty no es un producto de la naturaleza, sino una manufactura o composición de materia, un producto de la ingeniosidad humana con un nombre, carácter y uso distintivos” (Diamond v. Chakrabarty, 447 U.S. 303, 1980).

La Corte estableció una distinción crucial entre organismos encontrados en la naturaleza (no patentables) y organismos modificados por intervención humana (potencialmente patentables), centrándose no en la naturaleza viva del organismo sino en su origen como producto de la inventiva humana.

El caso Diamond v. Chakrabarty representa un punto de inflexión en la historia de la biotecnología, no solo por sus repercusiones legales inmediatas, sino por el impacto cultural profundo que tuvo al redefinir los límites entre lo natural y lo artificial, lo descubierto y lo inventado, como señala Jasanoff, S. (2011). La decisión de la Corte Suprema abrió la puerta a la patentabilidad de organismos vivos modificados genéticamente, allanando el camino para la protección intelectual de secuencias de genes aislados y otros materiales biológicos. Eisenberg (2006) sostiene que esta determinación legal: *“catalizó el desarrollo de la industria biotecnológica moderna al proporcionar un mecanismo de protección de la propiedad intelectual que incentivó la inversión en investigación y desarrollo”* (p. 651), lo que se tradujo en miles de patentes concedidas en las siguientes décadas para organismos modificados genéticamente, líneas celulares y genes aislados.

No obstante, la decisión también ha sido objeto de críticas sustanciales. Autores como Shiva (2001), han advertido que la patentabilidad de formas de vida constituye una forma de biopiratería institucionalizada que privatiza recursos genéticos que deberían ser considerados patrimonio común de la humanidad. Por otro lado, Krinsky (2004) también cuestiona la visión reduccionista implícita en la sentencia, al argumentar que: “equipara los organismos vivos con máquinas o compuestos químicos, ignorando su complejidad, autonomía y capacidad de autorreplicación” (p. 76). El impacto de Diamond v. Chakrabarty sigue siendo objeto de debate, sobre todo a la luz de avances como la secuenciación del genoma humano y las tecnologías de edición genética como CRISPR-Cas9⁹.

Jasanoff (2005) observa que esta decisión no solo resolvió una disputa legal concreta, sino que ejemplifica cómo los tribunales, al interpretar las leyes en contextos de innovación tecnológica, participan activamente en la construcción social de la tecnología y sus implicaciones. Este caso no solo definió el marco jurídico de la biotecnología, sino que también dejó interrogantes fundamentales sobre los límites éticos y filosóficos de la propiedad intelectual en el ámbito de la vida modificada artificialmente.

3.4.2 El caso Climategate y la controversia climática

En noviembre de 2009, apenas semanas antes de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en Copenhague, tuvo lugar un incidente que dejó una huella definitiva en el debate público sobre el cambio climático. Hackers no identificados lograron acceder a un servidor de la Unidad de Investigación Climática (CRU) de la Universidad de East Anglia, en el Reino Unido, y extrajeron más de 1.000 correos electrónicos y 3.000 documentos intercambiados entre científicos climáticos durante un periodo de 13 años (Pearce, 2010).

⁹ Es una tecnología de edición genética que permite modificar secuencias de ADN con una precisión sin precedentes. Su nombre proviene de: CRISPR: Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente Interespaciadas), una región del genoma bacteriano. Cas9: Una enzima endonucleasa (proteína) que actúa como “tijeras moleculares”. Sus aplicaciones principales se ubican desde la terapia genética, la agricultura, la biología básica, hasta la biotecnología industrial. Sin embargo, sus aspectos más controversiales se ubican desde tres perspectivas: Ética en humanos, edición de la línea germinal (óvulos, espermatozoides o embriones), como el polémico caso de He Jiankui (2018), quien editó embriones humanos para hacerlos resistentes al VIH. Esto plantea riesgos de eugenesia y consecuencias impredecibles en futuras generaciones. Off-target effects, cortes no deseados en regiones similares del genoma, lo que podría causar mutaciones peligrosas. Regulación legal. ¿Quién define los límites de su uso? Países como EE.UU. y China tienen marcos legales divergentes. (Jinek, M., et al, 2012; Doudna, J. A., & Charpentier, E. 2014; Ledford, H. 2020).

Este evento, etiquetado como “Climategate” por los medios de comunicación, “ocurrió en un momento de particular polarización del debate público sobre el cambio climático, caracterizado por una creciente politización de la ciencia climática y una erosión de la confianza en las instituciones científicas”, como destaca Hulme (2009, p. 122). Los correos filtrados fueron utilizados por comentaristas y blogs escépticos del cambio climático como supuesta evidencia de manipulaciones de datos y conspiraciones para exagerar los efectos del calentamiento global. Este suceso no solo reavivó las tensiones entre los sectores científico y político, sino que también puso de manifiesto las vulnerabilidades en la comunicación científica y la influencia del debate mediático en las percepciones públicas sobre la crisis climática.

El caso Climategate ejemplifica de manera paradigmática las tensiones epistemológicas que emergen en la intersección entre la ciencia y la esfera pública, revelando los desafíos inherentes a la comunicación científica y su interpretación por audiencias no especializadas.

Como destacan Oreskes y Conway (2010), así: “la controversia no se limitó a cuestiones técnicas sobre metodologías científicas, sino que se extendió a debates fundamentales sobre la naturaleza del conocimiento científico, los procesos de revisión por pares y la comunicación de la incertidumbre” (p. 215). Uno de los elementos más citados en el debate fue un correo electrónico escrito por Phil Jones, entonces director de la Unidad de Investigación Climática (CRU), donde mencionaba un “truco” para “ocultar el declive” en un gráfico de datos de temperatura.

Según Mann (2012), también implicado en la controversia, este término hacía referencia a una solución técnica para integrar datos instrumentales y proxies de anillos de árboles en una representación gráfica coherente, siendo el “declive” una conocida divergencia entre estos datos y las temperaturas

instrumentales desde 1960, no un descenso real de las temperaturas globales. Este malentendido refleja cómo el lenguaje informal empleado en contextos científicos privados puede ser descontextualizado y malinterpretado al ser expuesto al público general.

El caso Climategate ejemplifica de manera paradigmática las tensiones epistemológicas que emergen en la intersección entre la ciencia y la esfera pública

Como observa Jasanoff, S. (2012). “la controversia reveló las diferentes expectativas sobre transparencia y comunicación que existen entre la comunidad científica y el público, así como la vulnerabilidad de la

ciencia contemporánea a la descontextualización y politización” (p. 76). Este caso no solo destaca los retos de la ciencia en un entorno mediático y políticamente cargado, sino que también subraya la necesidad de fortalecer los mecanismos de diálogo entre científicos y sociedad para preservar la confianza en la investigación científica.

En respuesta a las acusaciones de mala conducta científica, se iniciaron múltiples investigaciones independientes. Entre ellas destacan: La investigación del Comité de Ciencia y Tecnología de la Cámara de los Comunes del Reino Unido (marzo 2010); El Panel de Evaluación Científica presidido por Lord Oxburgh (abril 2010); La Revisión Independiente de Correos Electrónicos sobre Cambio Climático (julio 2010); La investigación de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (julio 2010); La investigación del Departamento de Comercio de Estados Unidos (febrero 2011) y La investigación de la Fundación Nacional de Ciencia de Estados Unidos (agosto 2011). Como documenta Grundmann (2013), dice: “todas estas investigaciones concluyeron que, si bien existían preocupaciones legítimas sobre la transparencia y la gestión de datos, no había evidencia de fraude o manipulación deliberada de datos para engañar al público o a la comunidad científica” (p. 118).

El informe de la Cámara de los Comunes, por ejemplo, concluyó que “la reputación científica del Profesor Jones y la CRU permanece intacta” y que “no encontramos razones en este incidente particular

para cuestionar el consenso científico” (House of Commons, 2010, p. 51).

El caso Climategate ha sido objeto de extensos análisis debido a sus profundas implicaciones para la relación entre ciencia, política y sociedad, ilustrando las tensiones que surgen cuando los estándares científicos enfrentan las expectativas públicas de transparencia y rendición de cuentas. Pearce (2010) señala que esta controversia reveló *“tensiones fundamentales entre las normas de la práctica científica y las expectativas públicas de transparencia y rendición de cuentas”* (p. 167), destacando la creciente exigencia social hacia la comunicación abierta de la ciencia. Por su parte, Jasanoff, S. (2012), enfatiza que el incidente: *“expuso la fragilidad de la autoridad científica en contextos de alta politización, donde los hallazgos científicos tienen implicaciones directas para políticas públicas controvertidas”* (p. 78).

Este caso se sitúa en el marco de la “ciencia post-normal” descrita por Funtowicz y Ravetz (1993), caracterizada por hechos inciertos, valores en disputa, riesgos elevados y decisiones urgentes. Además, Hulme (2009) observa que una de las principales lecciones del Climategate radica en la necesidad de: *“reconocer que la ciencia del clima no puede ser completamente separada de sus contextos políticos, culturales y éticos”* (p. 125), evidenciando la interacción constante entre conocimiento científico y estructuras sociales.

Como resultado, el caso ha impulsado un replanteamiento crítico de las prácticas de comunicación y gestión de datos en la investigación climática, con especial énfasis en garantizar la transparencia, la accesibilidad de los datos primarios y el reconocimiento explícito de las incertidumbres inherentes al análisis científico. Este incidente no solo resaltó las vulnerabilidades de la ciencia contemporánea frente a la politización, sino que también incentivó diálogos esenciales sobre la confianza pública en la producción de conocimiento científico y su impacto en la formulación de políticas globales.

3.4.3 La prueba de ADN y su impacto en los procesos penales

La introducción de las pruebas de ADN en el sistema judicial marcó un hito trascendental en la historia de la evidencia forense, transformando tanto la práctica judicial como la percepción pública sobre la precisión de las ciencias forenses.

Lynch *et al.* (2008) destacan que la primera aplicación de análisis de ADN en un caso criminal tuvo lugar en Inglaterra en 1986, cuando el genetista Alec Jeffreys utilizó su innovadora técnica de “huella genética” para exonerar a un sospechoso y, posteriormente, identificar al verdadero perpetrador de dos homicidios.

En Estados Unidos, esta revolución forense dio sus primeros frutos en 1987 con la condena de Tommy Lee Andrews en Florida, un caso que marca el inicio de la utilización del ADN como evidencia en los tribunales. No obstante, Aronson (2007) señala que esta tecnología no fue inmediatamente aceptada, y su admisibilidad tuvo que ser validada mediante las denominadas “audiencias Frye” y “audiencias Daubert”, donde se examinaba su fiabilidad científica.

La introducción de las pruebas de ADN en el sistema judicial marcó un hito trascendental en la historia de la evidencia forense

La evolución de las técnicas de análisis de ADN ha sido igualmente destacable; en el caso de Jobling y Gill (2004) describen el progreso desde los análisis de RFLPs, que requerían grandes cantidades de ADN en buen estado, hasta las modernas técnicas basadas en PCR, como el análisis de STRs (repeticiones cortas en tándem), capaces de generar perfiles a partir de cantidades mínimas de ADN, incluso si este está parcialmente degradado. Estas innovaciones han consolidado al ADN como una herramienta crucial para la justicia penal, redefiniendo los estándares de evidencia y contribuyendo al fortalecimiento de la credibilidad científica en los procesos judiciales.

La admisibilidad de las pruebas científicas en los tribunales está determinada por estándares que varían según la jurisdicción, siendo los estándares

Frye y Daubert los dos enfoques principales que han configurado este campo en Estados Unidos. El estándar Frye, establecido en *Frye v. United States* (1923), requiere que la técnica científica en cuestión haya alcanzado “aceptación general” dentro de la comunidad científica relevante, delegando la evaluación de la fiabilidad al consenso de los expertos.

La admisibilidad de las pruebas científicas en los tribunales está determinada por estándares que varían según la jurisdicción, siendo los estándares Frye y Daubert los dos enfoques principales que han configurado este campo en Estados Unidos.

Por otro lado, el estándar Daubert, introducido en *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals* (1993), otorga a los jueces el papel de “guardianes”, responsables de evaluar directamente la fiabilidad de la evidencia científica a través de criterios como la posibilidad de someter la técnica a pruebas, su revisión por pares y publicación, la tasa de error conocida o potencial, la existencia de estándares para su aplicación y su aceptación general en la comunidad científica. Como señala Haack, S. (2014), “estos estándares reflejan diferentes concepciones epistemológicas sobre cómo debe evaluarse la fiabilidad del conocimiento científico en contextos jurídicos” (p. 104).

Mientras que Frye opera desde una epistemología social basada en el consenso de la comunidad científica, Daubert adopta un enfoque más individualista, exigiendo que los jueces se involucren activamente en el análisis de la metodología científica. Estas diferencias no solo subrayan las complejidades inherentes a la integración de la ciencia en los procesos judiciales, sino que también ilustran la interacción entre epistemología y derecho en la búsqueda de un equilibrio entre rigor científico y equidad procesal.

Las pruebas de ADN han sido ampliamente reconocidas como el “estándar de oro” en la evidencia forense debido a su sólida base científica y su incomparable capacidad de discriminación. Butler (2009) subraya que un perfil completo de ADN basado en el análisis de 13 a 20 loci STR¹⁰ tiene una probabilidad de coincidencia

aleatoria de uno en trillones, lo que representa un nivel de individualización sin precedentes en la historia de las ciencias forenses. Sin embargo, la interpretación de esta evidencia no está exenta de limitaciones y desafíos.

Thompson (2012) identifica diversas fuentes potenciales de error, como la contaminación de las muestras, la transferencia secundaria de ADN, la mezcla de perfiles genéticos y los sesgos cognitivos que pueden influir

en la interpretación de resultados ambiguos. Incluso las tecnologías más avanzadas no están exentas de estos riesgos, lo que exige una precisión meticulosa en los procesos de recolección, preservación y análisis. Por otro lado, Koehler (2000) alerta sobre la “falacia del fiscal”, una confusión crítica en la que la probabilidad de coincidencia aleatoria se interpreta erróneamente como la probabilidad de culpabilidad o inocencia del acusado, lo que puede llevar a una sobrevaloración indebida del peso probatorio del ADN. Aunque las pruebas de ADN ofrecen un poderoso instrumento para la administración de justicia, su uso adecuado requiere una comprensión cuidadosa de sus limitaciones y un compromiso con los más altos estándares de rigor científico y ético en su aplicación.

La introducción de las pruebas de ADN ha revolucionado la práctica judicial en casos penales, redefiniendo el equilibrio probatorio en los procesos criminales y ofreciendo nuevas dinámicas tanto para la acusación como para la defensa. Kaye (2010) argumenta que “el ADN ha alterado el equilibrio de poder en el proceso penal, proporcionando a la acusación una herramienta probatoria de extraordinario poder persuasivo, pero también ofreciendo a la defensa nuevas oportunidades para cuestionar investigaciones deficientes o demostrar la inocencia” (p. 177).

Sin embargo, esta herramienta, aclamada por su objetividad, ha planteado preocupaciones sobre posibles impactos adversos en las garantías procesales.

¹⁰ se refiere a la cantidad de regiones específicas (loci) del ADN que contienen repeticiones cortas en tándem (STRs) que se analizan para crear un perfil de ADN forense o personal.

Murphy (2015) advierte sobre el denominado “efecto CSI”, donde la aparente certeza de las pruebas de ADN puede llevar a jurados y jueces a otorgar un peso excesivo a esta evidencia, marginando consideraciones esenciales como la intencionalidad, la credibilidad de los testigos o las circunstancias contextuales del caso. Además, Taruffo (2008) subraya que la introducción de pruebas científicas complejas como el ADN enfrenta desafíos significativos para el principio de contradicción, al requerir conocimientos técnicos que pueden estar fuera del alcance de acusados con recursos limitados, lo que plantea inequidades en el acceso a la justicia. Con el fin de promover un sistema legal más robusto y equitativo frente a la influencia de las ciencias forenses, estas denuncias han suscitado debates sobre la necesidad de garantizar el acceso a especialistas independientes que puedan examinar y, en caso necesario, impugnar los análisis de ADN proporcionados por las ciencias forenses.

3.4.4. Intersección entre derecho e inteligencia artificial: automatización de decisiones

La aplicación de la inteligencia artificial (IA) al ámbito jurídico ha generado una transformación profunda en la práctica legal contemporánea, redefiniendo la manera en que se analizan y procesan grandes volúmenes de información legal.

Surden (2018) explica que los sistemas de IA jurídica emplean principalmente técnicas de aprendizaje automático (machine learning) y procesamiento del lenguaje natural (NLP), lo que les permite identificar patrones, generar predicciones y ofrecer recomendaciones con un grado de precisión cada vez mayor.

Ashley (2017) destaca varias tecnologías fundamentales detrás de estos avances, incluyendo el aprendizaje supervisado, que permite entrenar

algoritmos a partir de decisiones judiciales previas; el procesamiento del lenguaje natural, que facilita la comprensión automatizada de textos jurídicos; los sistemas basados en reglas, que estructuran el conocimiento legal en forma de lógica formal, y las redes neuronales profundas, capaces de detectar patrones complejos en grandes cantidades de datos.

Remus y Levy (2017) subrayan que: *“estas tecnologías han evolucionado significativamente en la última década, pasando de sistemas rudimentarios con capacidades limitadas a herramientas sofisticadas capaces de realizar tareas que anteriormente requerían experiencia jurídica humana”* (p. 501). Estos avances no solo agilizan el trabajo de abogados y jueces, sino que también plantean interrogantes sobre la automatización de decisiones legales, la transparencia de los algoritmos y la preservación de los principios fundamentales del derecho en un contexto tecnológico cada vez más dominante.

La justicia predictiva ha emergido como una de las aplicaciones más debatidas de la inteligencia artificial en el ámbito jurídico, ofreciendo nuevas herramientas para el análisis de litigios y la toma de decisiones judiciales. Susskind (2019) define este concepto como el uso de algoritmos para examinar datos de casos anteriores con el objetivo de predecir posibles resultados futuros, basándose en la premisa de que los patrones estadísticos en decisiones pasadas pueden proporcionar información valiosa sobre litigios pendientes.

En diversas jurisdicciones, estos sistemas han sido implementados con múltiples propósitos, como la predicción de decisiones judiciales a través de plataformas como Lex Machina o Premonition, la evaluación del riesgo de reincidencia mediante algoritmos como COMPAS¹¹, el análisis de viabilidad de demandas legales y la optimización de recursos

¹¹ (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions) es una herramienta predictiva utilizada en el sistema penal para evaluar el riesgo de reincidencia de los individuos. Desarrollado por la empresa Northpointe, se basa en la recopilación y análisis de múltiples factores dinámicos y está diseñado para asistir en la toma de decisiones judiciales y correccionales con el fin de reducir la probabilidad de que los infractores vuelvan a delinquir. COMPAS genera puntuaciones de riesgo en una escala del 1 al 10, clasificando a los individuos según su probabilidad de reincidir, ya sea de

judiciales mediante herramientas de previsión sobre la complejidad y duración de los casos (Medvedeva, Vols y Wieling, 2020).

Si bien estas innovaciones han sido celebradas por su capacidad de mejorar la eficiencia, la consistencia y la accesibilidad del sistema judicial, también han originado profundos interrogantes sobre el papel de la discreción judicial y la esencia misma de la adjudicación legal.

Sourdin (2018) advierte que, aunque estos sistemas pueden agilizar los procesos y reducir la incertidumbre, también plantean desafíos éticos y epistemológicos respecto a la automatización de decisiones que tradicionalmente han dependido del criterio humano. En este contexto, la evolución de la justicia predictiva exige una reflexión crítica sobre sus implicaciones y la necesidad de establecer marcos regulatorios que garanticen su uso responsable y transparente dentro del sistema legal.

El caso *State v. Loomis* (2016), constituye un hito significativo en la jurisprudencia sobre el uso de algoritmos de inteligencia artificial en el ámbito judicial, destacando las complejidades y desafíos que acompañan la integración de estas tecnologías en los procesos legales. Eric Loomis fue condenado por eludir a la policía y operar un vehículo sin el consentimiento del propietario. En la fase de sentencia, el tribunal de Wisconsin utilizó, entre otros factores, la evaluación de riesgo generada por el algoritmo COMPAS, que clasificó a Loomis como de alto riesgo de reincidencia (Citron y Pasquale, 2014). Loomis apeló la sentencia argumentando que el uso de COMPAS violaba su derecho al debido proceso por razones como su incapacidad para cuestionar la validez científica del algoritmo debido a su carácter de secreto comercial, el uso de factores basados en estadísticas grupales que podían comprometer su derecho a una sentencia individualizada y la posible inclusión del género como un factor discriminatorio.

La justicia predictiva ha emergido como una de las aplicaciones más debatidas de la inteligencia artificial en el ámbito jurídico, ofreciendo nuevas herramientas para el análisis de litigios y la toma de decisiones judiciales

La Corte Suprema de Wisconsin rechazó los argumentos de Loomis y concluyó que el uso de COMPAS no infringía el debido proceso, siempre que la evaluación de riesgo no fuera el único factor considerado en la sentencia, los jueces fueran informados sobre las limitaciones del algoritmo y las evaluaciones no se utilizaran para decidir si un acusado debía ser encarcelado ni para determinar la severidad de la sentencia.

Como destaca Huq (2019), así: *“la decisión Loomis ilustra la tensión fundamental entre la eficiencia prometida por los algoritmos predictivos y los valores procesales tradicionales como la transparencia, la individualización y la posibilidad de impugnación efectiva”* (p. 1068). Este caso no solo subraya los dilemas éticos y procesales de la justicia automatizada, sino que también resalta la necesidad de un marco normativo robusto que regule el uso de herramientas algorítmicas en decisiones judiciales, garantizando así el respeto a los derechos fundamentales.

La implementación de sistemas de inteligencia artificial en el ámbito jurídico plantea una serie de desafíos éticos y jurídicos que requieren un análisis profundo y una regulación adecuada para garantizar su uso responsable. Mittelstadt *et al.* (2016) identifican seis preocupaciones centrales en esta materia, destacando la opacidad algorítmica, que dificulta la transparencia y explicabilidad de los procesos de toma de decisiones; los sesgos y la discriminación inherentes a los algoritmos entrenados con datos históricos, que pueden perpetuar desigualdades raciales o socioeconómicas; y la responsabilidad difusa, que complica la atribución de culpabilidad en casos de errores o injusticias.

Además, la automatización de decisiones jurídicas podría conducir a una deshumanización de la justicia, reduciendo la consideración de factores contextuales esenciales para una adjudicación individualizada, al mismo tiempo que la creciente dependencia de

forma general o violenta. (Avella, M. D. P. R., Sanabria-Moyano, J. E., & Dinas-Hurtado, K. 2022).

sistemas algorítmicos podría erosionar habilidades jurídicas humanas fundamentales. A ello se suma la privatización del derecho, donde el desarrollo de algoritmos por parte de empresas privadas genera un riesgo de transferencia del poder normativo desde instituciones democráticas hacia actores corporativos.

Como señala Pasquale (2015) en: *“estos desafíos no son meramente técnicos sino fundamentalmente políticos y filosóficos, ya que implican decisiones sobre qué valores deben priorizarse en nuestros sistemas jurídicos y cómo debe distribuirse el poder decisorio entre humanos y máquinas”* (p. 189). En esta línea, Hildebrandt (2018) advierte sobre la “gobernanza algorítmica del derecho”, argumentando que la dependencia de estos sistemas en la toma de decisiones judiciales podría transformar la naturaleza misma del derecho, privilegiando el razonamiento estadístico y consecuencialista sobre enfoques deontológicos basados en principios, lo que potencialmente podría socavar el carácter deliberativo y argumentativo que ha caracterizado históricamente el razonamiento jurídico. Estos retos ponen de manifiesto la urgente necesidad de desarrollar marcos normativos que equilibren la eficiencia de la IA con la preservación de los principios fundamentales del derecho y la justicia.

4. Conclusiones

La rigurosidad metodológica aplicada a través de una búsqueda sistemática en Google Académico, utilizando operadores booleanos y criterios de evaluación de la calidad de las fuentes, ha permitido recopilar información relevante, actualizada y confiable sobre la interacción entre ciencia y derecho. Este enfoque metodológico ha facilitado un análisis exhaustivo y crítico de la literatura existente, identificando patrones, discrepancias y lagunas en el conocimiento. La combinación de técnicas de búsqueda específicas y un proceso de evaluación riguroso ha garantizado la validez y pertinencia de los datos, fortaleciendo las

La implementación de sistemas de inteligencia artificial en el ámbito jurídico plantea una serie de desafíos éticos y jurídicos que requieren un análisis profundo y una regulación adecuada para garantizar su uso responsable.

conclusiones del estudio. En última instancia, este método evidenció que la integración eficiente de fuentes primarias y secundarias es fundamental para comprender la evolución y los desafíos actuales en la relación entre ambas disciplinas, permitiendo proponer vías de colaboración interdisciplinaria que respondan a los retos éticos, sociales y legales emergentes en un contexto global en constante transformación.

El análisis de estos casos paradigmáticos en la intersección entre ciencia y derecho revela patrones recurrentes y tensiones fundamentales que caracterizan esta compleja relación. Como hemos observado, desde la biotecnología y el derecho de patentes hasta la inteligencia artificial y las decisiones automatizadas, la incorporación del conocimiento científico-tecnológico en contextos jurídicos plantea desafíos epistemológicos, éticos y procedimentales significativos.

En primer lugar, estos casos ilustran lo que Jasanoff (2011) ha denominado la “coproducción” del orden científico y social, donde se afirma que: *“el conocimiento científico y las normas jurídicas se construyen mutuamente a través de procesos iterativos de influencia recíproca”* (p. 227). La decisión en *Diamond v. Chakrabarty* no solo interpretó la ley de patentes existente, sino que participó activamente en la construcción social de la biotecnología moderna, definiendo qué cuenta como “invención” en el contexto de organismos vivos modificados.

En segundo lugar, los casos examinados revelan tensiones recurrentes entre diferentes marcos epistemológicos. Como señala Haack (2014), así: *“el derecho y la ciencia, aunque ambos orientados hacia la búsqueda de la verdad, operan con diferentes estándares de prueba, horizontes temporales y criterios de validación”* (p. 79). Estas diferencias se manifiestan claramente en controversias como *Climategate*, donde las expectativas públicas y legales de transparencia y certeza colisionaron con las prácticas científicas de

comunicación informal y reconocimiento explícito de la incertidumbre.

En tercer lugar, estos casos demuestran cómo la ciencia puede tanto reforzar como desafiar la autoridad de las instituciones jurídicas. El Proyecto Inocencia y las exoneraciones basadas en pruebas de ADN han expuesto falibilidades sistemáticas en el proceso penal, cuestionando la fiabilidad de métodos tradicionales como las identificaciones por testigos oculares o las confesiones obtenidas en interrogatorios. Simultáneamente, nuevas tecnologías como la IA predictiva prometen aumentar la eficiencia y consistencia del sistema judicial, aunque potencialmente a costa de valores como la transparencia y la individualización.

Finalmente, estos casos subrayan la importancia de desarrollar marcos regulatorios y procedimentales que puedan adaptarse a la rápida evolución del conocimiento científico-tecnológico. Como argumenta Brownsword (2008), así: *“el derecho debe encontrar un equilibrio entre la apertura a la innovación científica y la protección de valores fundamentales como la dignidad humana, la equidad y la autonomía”* (p. 315).

En última instancia, la intersección entre ciencia y derecho no es meramente un espacio de aplicación técnica, sino un terreno de negociación social sobre cómo el conocimiento científico debe integrarse en nuestros sistemas normativos. Como sociedad, enfrentamos el desafío continuo de desarrollar lo que Jasanoff (2009) denomina *“tecnologías de la humildad”*: marcos institucionales que reconozcan los límites del conocimiento científico, incorporen diversas perspectivas y valores, y mantengan un compromiso con la deliberación democrática sobre cómo la ciencia debe informar, pero no determinar, nuestras decisiones colectivas.

La combinación de técnicas de búsqueda específicas y un proceso de evaluación rigurosa ha garantizado la validez y pertinencia de los datos, fortaleciendo las conclusiones del estudio.

REFERENCIAS

- Alexy, R. (1989). Teoría de la argumentación jurídica, trad. Atienza e I. Espejo, Centro de Estudios Constitucionales, Madrid, 34.
- Aronson, J. (2007). Genetic witness: Science, law, and controversy in the making of DNA profiling. Rutgers University Press.
- Ashley, K. D. (2017). Artificial intelligence and legal analytics: new tools for law practice in the digital age. Cambridge University Press.
- Avella, M. D. P. R., Sanabria-Moyano, J. E., & Dinas-Hurtado, K. (2022). Uso del algoritmo COMPAS en el proceso penal y los riesgos a los derechos humanos. Revista Brasileira de Direito Processual Penal, 8(1), 275-310.
- Butler, J. M. (2009). Fundamentals of forensic DNA typing. Academic press.
- Brownsword, R. (2008). Rights, regulation, and the technological revolution. Oxford University Press.
- Corte Constitucional [CC], enero 27, 2009. M.P.: R. Escobar Gil. Sentencia C-025/09. (Colombia). En normatividad histórica, editorial Nueva Legislación.
- Citron, D. K., & Pasquale, F. (2014). The scored society: Due process for automated predictions. Wash. L. Rev., 89, 1.
- De Secondat, C. L., & de Montesquieu, B. (1993). El espíritu de las leyes. Montevideo: Altaya.
- Descartes, R. (1904). Meditaciones metafísicas (Vol. 22). Dirección y Administración.
- Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. Science, 346(6213), 1258096.
- Eisenberg, R. S. (2006). The story of Diamond v. Chakrabarty: Technological change and the subject matter boundaries of the patent system. In J. C. Ginsburg & R. C. Dreyfuss (Eds.), *Intellectual Property Stories* (pp. 327-357). Foundation Press.
- Fernández, V. M. (11 de agosto, 2023). “El espíritu de las leyes” de Montesquieu. RedHistoria. En: “El espíritu de

- las leyes” de Montesquieu - Red Historia
- Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, 25(7), 739-755.
- Grundmann, R. (2013). “Climategate” and the scientific ethos. *Science, Technology, & Human Values*, 38(1), 67-93.
- Haack, S., & Duica, W. (1993). Evidence and inquiry. Towards reconstruction in epistemology. Ideas y Valores.
- Haack, S. (2009). *Evidence and Inquiry: A Pragmatist Reconstruction of Epistemology* (2nd ed.). Prometheus Books.
- Haack, S. (2014). Evidence matters: Science, proof, and truth in the law. Cambridge University Press.
- Hart, H. L. (1998). El concepto de derecho (1961). G. Carrió (trad.), Buenos Aires: Abeledo-Perrot.
- Hildebrandt, M. (2018). Law as computation in the era of artificial legal intelligence: Speaking law to the power of statistics. *University of Toronto Law Journal*, 68(supplement 1), 12-35.
- House of Commons Science and Technology Committee. (2010). *The disclosure of climate data from the Climatic Research Unit at the University of East Anglia*. The Stationery Office Limited.
- Huq, A. Z. (2019). Racial equity in algorithmic criminal justice. *Duke Law Journal*, 68(6), 1043-1134.
- Hulme, M. (2009). Why we disagree about climate change: Understanding controversy, inaction and opportunity. Cambridge University Press.
- Jasanoff, S. (1995). Procedural choices in regulatory science. *Technology in society*, 17(3), 279-293.
- Jasanoff, S. (1997). Science at the bar: Law, science, and technology in America (Vol. 9). Harvard University Press.
- Jasanoff, S. (2011). Designs on nature: Science and democracy in Europe and the United States. In *Designs on Nature*. Princeton University press.
- Jasanoff, S. (2012). Science and public reason. Routledge.
- Jinek, M., Chylinski, K., Fonfara, I., Hauer, M., Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2012). A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *science*, 337(6096), 816-821.
- Jobling, M. A., & Gill, P. (2004). Encoded evidence: DNA in forensic analysis. *Nature Reviews Genetics*, 5(10), 739-751.
- Kaye, D. H. (2010). The double helix and the law of evidence. Harvard University Press.
- Kelsen, H. (2020). Teoría pura del derecho. Eudeba.
- Kevles, D. J. (1994). Ananda Chakrabarty wins a patent: biotechnology, law, and society, 1972-1980. *Historical studies in the Physical and Biological sciences*, 25(1), 111-135.
- Koehler, J. (2000). The psychology of numbers in the courtroom: How to make DNA-match statistics seem impressive or insufficient. *S. Cal. L. Rev.*, 74, 1275.
- Krimsky, S. (2004). Science in the private interest: Has the lure of profits corrupted biomedical research?. Rowman & Littlefield.
- Kuhn, T. S. (2019). La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de cultura económica.
- Latour, B. (2010). The making of law: An ethnography of the Conseil d'Etat. Polity.
- Laudan, L. (2006). *Truth, Error, and Criminal Law: An Essay in Legal Epistemology*. Cambridge University Press.
- Ledford, H. (2020). CRISPR treatment inserted directly into the body for first time. *Nature*, 579(7798), 185-186.
- Lynch, M., Cole, S. A., McNally, R., & Jordan, K. (2008). *Truth Machine: The Contentious History of DNA Fingerprinting*. University of Chicago Press.
- Mann, M. E. (2012). The hockey stick and the climate wars: Dispatches from the front lines. Columbia University Press.
- Medvedeva, M., Vols, M., & Wieling, M. (2020). Using machine learning to predict decisions of the European Court of Human Rights. *Artificial Intelligence and Law*, 28(2), 237-266.
- Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., & Floridi, L. (2016). The ethics of algorithms: Mapping the debate. *Big Data & Society*, 3(2), 2053951716679679.

- Murphy, E. E. (2015). Inside the cell: The dark side of forensic DNA. Bold Type Books.
- Oreskes, N., & Conway, E. M. (2011). Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming. Bloomsbury Publishing USA.
- Pearce, F. (2010). The climate files: the battle for the truth about global warming. Guardian Faber Publishing.
- Platón. (2019). "La República" (2.^a ed.). Editorial Panamericana.
- Popper, K. R., & de Zavala, V. S. (1934). La lógica de la investigación científica. (2004). Tecnos (Grupo Anaya). Madrid (España).
- Remus, D., & Levy, F. (2017). Can robots be lawyers: Computers, lawyers, and the practice of law. Geo. J. Legal Ethics, 30, 501.
- Rivera Morales, R. (2011). La prueba: un análisis racional y práctico. Marcial Pons.
- Shiva, V. (2001). Protect or plunder?: Understanding intellectual property rights. Zed Books.
- Sourdin, T. (2018). Judge v Robot?: Artificial intelligence and judicial decision-making. University of New South Wales Law Journal, The, 41(4), 1114-1133.
- Surden, H. (2018). Artificial intelligence and law: An overview. Ga. St. UL Rev., 35, 1305.
- Susskind, R. (2019). Online courts and the future of justice. Oxford University Press.
- Taruffo, M. (2008). La prueba. Marcial Pons.
- Taruffo, M. (2010). Simplemente la verdad: el juez y la construcción de los hechos. Marcial Pons.
- Teubner, G. (2002). El Derecho como sujeto epistémico: Hacia una epistemología constructivista del Derecho. DOXA, Cuadernos de Filosofía del Derecho, (25), 533-571.
- Thompson, W. C. (2012). 15 Forensic DNA Evidence: The Myth of Infallibility. In Genetic explanations: Sense and nonsense (pp. 227-255). Harvard University Press.
- Vallverdú, J., & México, U. D. E. D. M. (1998). El movimiento Hare Kṛṣṇa: precedentes históricos y doctrinales.