

SISTEMA JUDICIAL MODERNO INTERACTIVO: LA INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LA 5TA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL PARA MEJORAR LA ADMINISTRACIÓN DE JUSTICIA

*Oscar Andrés Riaño García, Andrea Carolina Solano Arteaga,
Daniel Elías Blanco Angulo, Yary Melissa Hernández Murillo y
Melanie Alejandra Castro Maury*

Tutor: *Horacio Cruz Tejada*
Universidad del Norte

Resumen

Este trabajo propone un Sistema Judicial Moderno Interactivo, que incluya la implementación de tecnologías propias de la Quinta Revolución Industrial, con el objetivo de fortalecer la administración de justicia en Colombia. Se realiza un análisis de la digitalización judicial en el país, identificando problemas derivados de la Cuarta Revolución Industrial, como sesgos algorítmicos, deshumanización del Proceso, deficiencias en ciberseguridad y temas probatorios. Se plantean soluciones basadas en el modelo Human-in-the-Loop (HITL), el aprendizaje federado, el blockchain, y los gemelos digitales. La metodología utilizada es analítica - propositiva, con un enfoque mixto, incorporando entrevistas a expertos y revisión documental. Los resultados indican que, con marcos éticos adecuados que orienten la ejecución de los marcos regulatorios existentes, la Quinta Revolución Industrial puede transformar el sistema judicial colombiano en uno más eficiente, inclusivo y humano. Las conclusiones destacan la necesidad de inversión en infraestructura y formación tecnológica para lograr este cambio.

Palabras clave: Quinta Revolución Industrial, Modelo Human-in-the-Loop (HITL), Aprendizaje Federado, Blockchain, Gemelos Digitales.

Abstract:

This paper proposes a Modern Interactive Judicial System that incorporates technologies from the Fifth Industrial Revolution, with the aim of strengthening the administration of justice in Colombia. It presents an analysis of the country's judicial digitalization, identifying challenges inherited from the Fourth Industrial Revolution, such as algorithmic bias, dehumanization of the judicial process, cybersecurity weaknesses, and evidentiary issues. The proposed solutions are based on the Human-in-the-Loop (HITL) model, federated learning, blockchain, and digital twins. The methodology used is analytical and propositive, with a mixed approach, incorporating expert interviews and document analysis. The findings suggest that, with proper ethical frameworks guiding the implementation of existing regulatory structures, the Fifth Industrial Revolution can transform the Colombian judicial system into one that is more efficient, inclusive, and human-centered. The conclusions highlight the urgent need for investment in technological infrastructure and training to achieve this transformation.

Keywords: Fifth Industrial Revolution, Human-in-the-Loop (HITL) Model, Federated learning, Blockchain, Digital Twins.

1. Introducción

La administración de justicia en Colombia enfrenta desafíos estructurales que comprometen su eficiencia, accesibilidad y legitimidad. La congestión judicial, la dilación de los procesos y las barreras de acceso han incentivado la adopción de tecnologías emergentes como parte de un esfuerzo por modernizar el sistema. Si bien la Cuarta Revolución Industrial trajo avances importantes como la digitalización de expedientes y el uso de medios virtuales, su implementación también ha generado problemáticas significativas: sesgos algorítmicos, deshumanización en la toma de decisiones, fallas en ciberseguridad y protección de datos y oportunidades de mejora en materia probatoria.

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una herramienta prometedora pero polémica. Aunque su potencial para agilizar procesos judiciales es evidente, su uso plantea riesgos que pueden afectar derechos fundamentales si no se maneja con responsabilidad. Esto ha generado resistencia entre los operadores judiciales, quienes no siempre cuentan con herramientas confiables ni con marcos claros para integrar estas tecnologías de forma ética y segura.

Ante este panorama, el presente trabajo se propone responder si algunas herramientas tecnológicas propias de la Quinta Revolución Industrial, como

el aprendizaje federado (*federated learning*), el *blockchain*, el modelo *Human-in-the-Loop* (HITL) y los gemelos digitales, pueden ofrecer soluciones efectivas a los problemas derivados del uso de la IA en el sistema judicial colombiano. En concreto, se analiza si estas tecnologías pueden contribuir para que los operadores judiciales se sirvan de la IA de manera confiable, transparente y controlada, con el fin último de agilizar los procesos judiciales sin sacrificar garantías fundamentales ni la centralidad del juez humano, generando también confianza en la ciudadanía.

2. Implementación de la tecnología en la justicia colombiana

La incorporación de la tecnología en la administración de justicia colombiana ha sido un proceso evolutivo, marcado por hitos legislativos y reglamentarios que han buscado modernizar su funcionamiento, agilizar los procesos y facilitar el acceso a los ciudadanos.

2.1 Fundamentos Normativos Iniciales

El camino hacia la justicia digital en Colombia comenzó a trazarse a finales de la década de 1990, con dos normas fundamentales:

La Ley 270 de 1996 -Ley Estatutaria de la Administración de Justicia-, que sentó las bases para la modernización tecnológica, al establecer en su artículo 95 que “*El Consejo Superior de la Judicatura deberá propender por la incorporación de nuevas tecnologías y la digitalización del servicio de la administración de justicia*”¹.

La Ley 527 de 1999², que reguló el uso de mensajes de datos, firmas digitales y asuntos de comercio electrónico. Aunque su enfoque inicial fue comercial, su verdadero aporte fue establecer un cambio de paradigma: reconocer la *equivalencia funcional* y la *neutralidad tecnológica* entre lo físico y lo digital, sentando así las bases para la validez jurídica de los entornos digitales. Este marco permitió el reconocimiento y la fuerza probatoria de los mensajes de datos en el ámbito judicial, incluyendo los sistemas informáticos de los despachos, considerados como “sistemas de información” de conformidad con la Sentencia del Consejo de Estado 11001-03-28-000-2020-00073-00³.

¹ Colombia. Congreso de la República. Ley Estatutaria 270 de 1996. 7 de marzo de 1996.

² Colombia. Congreso de la República. Ley Ordinaria 527 de 1999. 21 de agosto de 1999.

³ Colombia. Consejo de Estado. Sección Quinta. Sentencia 11001-03-28-000-2020-00073-00. 10 de junio de 2021. Luis Alberto Álvarez Parra. 11001032800020200007300.

La Corte Constitucional⁴, en la Sentencia T-686 de 2007, amplió su alcance más allá del comercio, afirmando que la ley se refiere de forma general al acceso y uso de mensajes de datos, y que además representa un desarrollo del mandato legal sobre el uso de medios electrónicos por parte de la Rama Judicial establecido en la Ley Estatutaria de la Administración de Justicia.

2.2. Primeros Desarrollos y Reglamentación por el Consejo Superior de la Judicatura

En los 2000, dando cumplimiento a los mandatos legales, el Consejo Superior de la Judicatura comenzó a emitir reglamentación específica:

Acuerdo No. 1591 de 2002⁵: Se adoptó el sistema de gestión judicial como medio de información para facilitar la consulta electrónica de los procesos judiciales; el artículo 5° estableció que, una vez instalado el sistema, “*su utilización será obligatoria para los servidores judiciales*”, tal como lo reseñó el Consejo de Estado⁶.

Acuerdo No. PSAA06-3334 de 2006⁷: Reglamentó el empleo de las tecnologías de la información en la administración de justicia. Asimismo, definió conceptos clave para la época como “*Mensaje de Datos*”, “*Sistema de Información*” y “*Actos de Comunicación Procesal*” en el contexto judicial, novedades reseñadas por el Consejo de Estado⁸.

2.3 Marco Legal Expansivo

En la década de 2010 se expidieron códigos procesales que impusieron el uso de las TIC y la planificación estratégica para la modernización:

La Ley 1437 de 2011- Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo (CPACA)⁹ - impulsó el uso de medios

⁴ Colombia. Corte Constitucional. Sala Tercera de Revisión. Sentencia T-686 de 2007. 31 de agosto de 2007. Jaime Córdoba Triviño. T-1.620.094.

⁵ Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Acuerdo 1591 de 2002. 24 de octubre de 2002.

⁶ Colombia. Consejo de Estado. Sección Cuarta. Sentencia 11001-03-15-000-2017-00870-00(AC). 13 de septiembre de 2017. Stella Jeannette Carvajal Basto. 110010315 00020170087000.

⁷ Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Acuerdo PSAA06-3334 de 2006. 2 de marzo de 2006.

⁸ Colombia. Consejo de Estado. Sección Cuarta. Sentencia 05001-23-33-000-2020-03884-01 (AC). 4 de febrero de 2021. Myriam Stella Gutiérrez Argüello. 05001233300020200388401.

⁹ Colombia. Congreso de la República. Ley Ordinaria 1437 de 2011. 18 de enero de 2011.

tecnológicos en el ámbito administrativo y judicial, al permitir que trámites y procedimientos se realizaran por vía electrónica. Reguló la notificación electrónica, impuso a las autoridades el deber de usar canales digitales e introdujo el concepto de “*Expediente Electrónico*”. Con fundamento en esta ley, se ordenó a la Sala Administrativa del Consejo Superior de la Judicatura implementar dicho expediente en un plazo de cinco años, así lo reseña el Consejo de Estado¹⁰.

La Ley 1564 de 2012 -Código General del Proceso (CGP)¹¹- estableció, en su artículo 103 que “*en todas las actuaciones judiciales deberá procurarse el uso de las tecnologías de la información (...)*”. En ese sentido, permitió que las actuaciones judiciales se realizaran a través de mensajes de datos y ordenó a la autoridad judicial contar con mecanismos para generar, archivar y comunicar dichos mensajes. A partir de esta norma, se creó el “*Plan de Justicia Digital*”, integrado por procesos y herramientas de gestión de la actividad jurisdiccional mediante TIC, incluyendo expedientes digitales y litigio en línea, con un mandato de uso obligatorio gradual.

En concordancia con eso, el Consejo Superior de la Judicatura, en su **Acuerdo PSAA12-9269 de 2012**¹² adoptó el *Plan Estratégico Tecnológico de la Rama Judicial*, cuyo primer eje fue la creación de un modelo de expediente electrónico inteligente para eliminar el uso del papel, tal como recordó la Corte Constitucional en su Sentencia SU-355-2022¹³.

No obstante, la implementación no fue exitosa, debido a la falta de recursos económicos y técnicos, y la renuencia de los operadores judiciales. Fue la pandemia del Covid-19 lo que aceleró la implementación de estos proyectos.

2.4 El Impulso Decisivo: La Pandemia por COVID-19

La crisis sanitaria de 2020 se convirtió en un catalizador para la adopción masiva de herramientas virtuales en la justicia según el Consejo de Estado¹⁴, en particular:

¹⁰ Colombia. Consejo de Estado. Sección Cuarta. Sentencia 05001-23-33-000-2020-03884-01 (AC). 4 de febrero de 2021. Myriam Stella Gutiérrez Argüello. 05001233300020200388401.

¹¹ Colombia. Congreso de la República. Ley Ordinaria 1564 de 2012. 12 de julio de 2012.

¹² Colombia. Consejo Superior de la Judicatura . Acuerdo PSAA12-9269 de 2012. 27 de febrero de 2012.

¹³ Colombia. Corte Constitucional. Sala Plena. Sentencia SU-355 de 2022. Colombia. 13 de octubre de 2022. Cristina Pardo Schlesinger. T.8.529.283.

¹⁴ Colombia. Consejo de Estado. Sección Primera. Sentencia 11001-03-24-000-2020-00272-00. 25 de mayo de 2023. Nubia Margoth Peña Garzón. 11001032400020200027200.

El **Decreto Legislativo 491 de 2020**¹⁵ adoptó medidas de urgencia para garantizar la prestación de servicios estatales, mediante el uso de canales virtuales.

El **Decreto Legislativo 806 de 2020**¹⁶ implementó “el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las actuaciones judiciales, con el objeto de agilizar el trámite de los procesos judiciales”. Estableció que, por regla general, las actuaciones judiciales se tramitarían por medios virtuales en todas las etapas del proceso y solo excepcionalmente se harían de manera presencial.

2.5 Consolidación y Permanencia (Post-Pandemia)

Las medidas adoptadas durante la emergencia sanitaria fueron incorporadas de forma permanente en el ordenamiento jurídico:

La **Ley 2080 de 2021**¹⁷ modificó, entre otros, el artículo 186 del CPACA, indicando que, en adelante, “Todas las actuaciones judiciales susceptibles de surtirse en forma escrita deberán realizarse a través de las tecnologías de la información y las comunicaciones (...)”

La **Ley 2213 de 2022**¹⁸ adoptó como legislación permanente las disposiciones del Decreto Legislativo 806 de 2020. Según la interpretación de la Corte Constitucional en la Sentencia C-522 de 2023¹⁹, el objetivo de esto fue impulsar el fortalecimiento y la utilización de los servicios digitales y de tecnología en la justicia, buscando eficacia, eficiencia, oportunidad y accesibilidad.

2.6 Implementación, Experiencias Prácticas y Avances Recientes

La implementación continúa siendo un proceso en desarrollo, con esfuerzos enfocados en la operatividad de las herramientas digitales previamente instituidas y autorizadas por el marco normativo vigente:

¹⁵ Colombia. Presidencia de la República. Decreto Legislativo 491 de 2020. 28 de marzo de 2020.

¹⁶ Colombia. Presidencia de la República. Decreto Legislativo 806 de 2020. 4 de junio de 2020.

¹⁷ Colombia. Congreso de la República. Ley Ordinaria 2080 de 2021. 25 de enero de 2021.

¹⁸ Colombia. Congreso de la República. Ley Ordinaria 2213 de 2022. 13 de junio de 2022. Por medio de la cual se adoptan medidas para la implementación de la justicia digital en Colombia.

¹⁹ Colombia. Corte Constitucional. Sala Plena. Sentencia C-522 de 2023. 28 de noviembre de 2023. Jorge Enrique Ibáñez Najar. D-15.252.

En la **Circular PCSJC21-12 de 2021**²⁰, el Consejo Superior de la Judicatura exhortó a los despachos judiciales, consejos seccionales y direcciones seccionales a avanzar o implementar módulos de atención virtual. Posterior a ello, según el *Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano para la Administración de Justicia 2024-2025*²¹, se reportaron avances en diferentes seccionales como Antioquia, Atlántico, Bogotá, Bolívar y Boyacá, con iniciativas como acompañamiento tecnológico, capacitación, links de acceso a atención virtual (ej. vía Teams), y canales como “El Consejo Escucha” o la “Ventanilla virtual SAMAI”.

El **Documento Conpes 3975 de 2019**²² estableció la *Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*, reconociendo la IA como un acelerador clave de la Cuarta Revolución Industrial (4RI) y de la transformación digital del país, creando un marco ético para su utilización y orientándose hacia el fortalecimiento de las competencias del capital humano para la 4RI y la IA, con el fin de disminuir las barreras que impiden la adopción tecnológica.

En ese sentido, se creó el **Plan Estratégico de Transformación Digital de la Rama Judicial (PETD)**²³ para la vigencia 2021-2025; esta es la materialización del *Plan de Justicia Digital* de que trata el artículo 103 del Código General del Proceso. El plan busca fortalecer la administración de justicia mediante el uso de *“herramientas disruptivas” como la Inteligencia Artificial (IA), Big Data, Machine Learning, y blockchain.*

La **Ley 2430 de 2024**²⁴ estableció el marco para la Justicia Digital, imponiendo como obligatorio -con implementación paulatina- el uso de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) para los procesos judiciales. Adicionalmente, impulsó el litigio en línea y la digitalización de expedientes, otorgando validez a los documentos electrónicos siempre que se garantice su autenticidad e integridad.

²⁰ Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Circular PCSJC21-12 de 2021. 4 de junio de 2021.

²¹ Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Acuerdo PCSJA24-12145 - Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano para la Administración de Justicia 2024-2025. 1 de febrero de 2024.

²² Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social. “Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial Conpes 3975 de 2019”. 2019. Bogotá. pp. 39-50. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3975.pdf> [Consultado: 10 de junio de 2025]

²³ Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Acuerdo PCSJA20-11631 Plan Estratégico de Transformación Digital de la Rama Judicial (PETD) 2021-2025. 22 de septiembre de 2020.

²⁴ Colombia. Congreso de la República. Ley Estatutaria 2430 de 2024. 9 de octubre de 2024.

El **Documento Conpes 4144 de 2025**²⁵ reconoció la alta congestión y morosidad judicial en Colombia, viendo la IA como una herramienta clave para mejorar la eficiencia, aunque su aplicación actual en la justicia se consideró insuficiente. Mediante este documento, se exhortó a la realización de una acción específica para desarrollar una solución de IA para la herramienta LegalAPP, con el fin de orientar a los usuarios en trámites jurídicos y mejorar el acceso a la justicia. Además, se enfocó en mitigar riesgos y evitar la vulneración de derechos con el uso de la IA.

La **Sentencia T-323 de 2024**²⁶ de la Corte Constitucional estableció que el uso de inteligencia artificial por parte de operadores judiciales, como ChatGPT, es válido, siempre que no se vulnere el derecho a ser juzgado por un juez humano, en concordancia con el principio de juez natural. El caso relatado por Parada (2024)²⁷ se refiere a un juez de Bogotá que, al resolver en segunda instancia una acción de tutela presentada por una madre que solicitaba exonerar a su hijo con autismo del pago de cuotas impuestas por una EPS, consultó a ChatGPT-3.5 para complementar sus argumentos. Aunque usó IA, el juez falló con criterio propio, tutelando los derechos del menor sin delegar la decisión en la herramienta, lo que fue considerado válido por el tribunal.

La Corte, sin embargo, exhortó a un uso ponderado y responsable de la inteligencia artificial en el ámbito judicial. Para ello, estableció una serie de principios rectores que deben guiar su implementación: *transparencia, responsabilidad, privacidad, no sustitución de la racionalidad humana, seriedad y verificación, prevención de riesgos, igualdad y equidad, control humano, regulación ética, adecuación a buenas prácticas y estándares colectivos, seguimiento continuo, adaptación e idoneidad*.

En síntesis, La evolución normativa del uso de tecnologías en la justicia colombiana ha sido progresiva, desde la Ley Estatutaria de la Administración de Justicia y la Ley de Mensajes de Datos, hasta su incorporación en códigos como el CPACA y el CGP, y en planes estratégicos del Consejo Superior de la Judicatura. Este proceso se aceleró con la emergencia sanitaria de 2020 y se

²⁵ Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social. “Política nacional de inteligencia artificial Conpes 4144 de 2025”. 2025. Bogotá. pp. 83-91. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/4144.pdf> [Consultado: 9 de junio de 2025]

²⁶ Colombia. Corte Constitucional. Sala Segunda de Revisión. Sentencia T-323 de 2024. 2 de agosto de 2024. Juan Carlos Cortés González. T-9.301.656.

²⁷ Parada Lugo, V. (2024). “Una demanda de un niño con autismo abre el debate para regular el uso de la IA en la justicia colombiana”. *El País*. 2024. Bogotá. <https://elpais.com/america-colombia/2024-08-25/una-demanda-de-un-nino-con-autismo-abre-el-debate-para-regular-el-uso-de-la-ia-en-la-justicia-colombiana.html> [Consultado: 8 de junio de 2025]

consolidó con la expedición de la Ley 2213 de 2022. Actualmente, el Estado busca garantizar la operatividad efectiva de estos sistemas, aunque persisten desafíos técnicos, éticos y estructurales.

Según expertos en IA aplicada al Derecho, como el abogado e investigador Joseph Colmenares (comunicación personal, 11 de junio de 2025), no es necesaria una nueva regulación para la inteligencia artificial, ya que esta puede ser comprendida dentro del marco vigente, el cual considera jurídicamente robusto. Propone enfocar los esfuerzos en asegurar la aplicabilidad y efectividad práctica de estas tecnologías para mejorar la función judicial. A partir de ello, se analizan los problemas actuales y se proponen soluciones basadas en innovaciones propias de la quinta revolución industrial.

3. Problemas de la digitalización judicial en Colombia y soluciones basadas en tecnologías de la quinta revolución industrial

El avance tecnológico no solo plantea desafíos que es necesario superar, sino que también abre nuevas oportunidades para abordar las dificultades surgidas con la implementación de las tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial. Surge entonces la pregunta: ¿podrían las tecnologías de la Quinta Revolución Industrial ofrecer soluciones efectivas a algunos de estos problemas identificados?

3.1 *Human-in-the-Loop* (HITL): Una alternativa para superar la justicia virtual sesgada y deshumanizada

Aunque la Corte Constitucional, en la Sentencia T-323 de 2024²⁸, avaló el uso razonado y ético de sistemas de inteligencia artificial por parte de los jueces, su implementación aún genera desconfianza en la ciudadanía y operadores judiciales, dificultando su adopción, debido, a la persistencia de sesgos algorítmicos. “El sesgo algorítmico se produce cuando los errores sistemáticos de los algoritmos de *machine learning* producen resultados injustos o discriminatorios. Lo que refleja los prejuicios socioeconómicos, raciales y de género existentes”. (International Business Machines, 2024). ²⁹Una de las causas más

²⁸ Colombia. Corte Constitucional. Sala Segunda de Revisión. Sentencia T-323 de 2024. 2 de agosto de 2024. Juan Carlos Cortés González. T-9.301.656.

²⁹ Jonker, A., Rogers, J. “¿Qué es el sesgo algorítmico?”. En: *Think*. 2024. Armonk (Estados Unidos): IBM. <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/algorithmic-bias> [Consultado:

comunes es que la IA haya sido entrenada con datos defectuosos, que son aquellos que contienen un sesgo histórico, que no contienen información suficiente o que se fundamentan en datos poco representativos. Esto genera resultados parcializados, en lugar de resultados objetivos. Lo más grave es que esto genera un bucle de discriminación, pues se crea un ciclo en el cual “el algoritmo aprende continuamente y perpetúa los mismos patrones con sesgo, conduce a resultados cada vez más sesgados”. (International Business Machines, 2024).

Un ejemplo de ello es el relatado por Guanche (2023)³⁰, cuando expone el caso de un hombre afroamericano en 2021 que fue arrestado con fundamento en una orden de arresto generada por el sistema de inteligencia artificial, que, equívocamente, identificó al sujeto como autor del delito de “hurto”. No menos escandaloso es la utilización de algoritmos por parte del Gobierno de Holanda en 2021, caso expuesto también por Guanche (2023)³¹, tuvo el objeto de crear perfiles de “riesgo” para detectar personas que son propensas a realizar fraude, lo cual ocasionó que más de 26 mil personas fueran acusadas de fraude, todas con un factor común: ser migrantes.

En ese sentido, es dable afirmar que los sesgos algorítmicos pueden causar que la IA arroje decisiones injustas, cargadas de segregación, que violen los derechos fundamentales de los afectados. Pero esto no es algo espontáneo. Tampoco es un error de la IA o una alucinación. Estos sesgos, obedecen a que, “o bien el diseño del programa no era el correcto; o bien la selección de los datos recopilados para entrenar al algoritmo haya sido incompleta; o incluso, porque la interpretación de los resultados ha sido equivocada”. (Belloso, 2022)³²

En el caso colombiano, tal como indicó el Conpes 4144 de 2020³³: La falta de representatividad poblacional es una problemática clave en la calidad de los conjuntos de datos en Colombia. Según el Índice Global de IA responsable

10 de junio de 2025]

³⁰ Guanche, J. C. “*La Historia del Algoritmo: Los fallos de la inteligencia artificial*”. Lobo Suelto. 2023 <https://lobosuelto.com/la-historia-del-algoritmo-los-fallos-de-la-inteligencia-artificial-julio-cesar-guanche/>

³¹ Guanche, J. C. “*La Historia del Algoritmo: Los fallos de la inteligencia artificial*”. Lobo Suelto. 2023 <https://lobosuelto.com/la-historia-del-algoritmo-los-fallos-de-la-inteligencia-artificial-julio-cesar-guanche/>

³² Belloso, N. “*La Problemática de los sesgos algorítmicos (Con especial referencia a los de género): ¿Hacia un derecho a la protección contra los sesgos?*”. Del libro *Inteligencia Artificial y Filosofía del Derecho*. Burgos (España). Laborum. 2022. 45 – 78.

³³ Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social. “Política nacional de inteligencia artificial Conpes 4144 de 2025”. 2025. Bogotá. pp. 83-91. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/4144.pdf> [Consultado: 9 de junio de 2025]

(Global Center on AI Governance, 2024), el país obtiene cero puntos en diversidad cultural y lingüística, lo que refleja una carencia en la inclusión de grupos minoritarios y vulnerables, como mujeres, jóvenes, personas LGBTIQ+, personas con capacidades diversas y grupos étnicos. Esta falta de representatividad perpetúa sesgos en los modelos de IA, limitando su capacidad de ser inclusivos y justos. Aunque Colombia ha avanzado en la adopción de principios inclusivos, como los de la Carta de Datos Inclusivos (IDC) en 2019 y ha implementado esfuerzos a través del DANE, mediante la creación del Grupo Interno de Trabajo de Enfoque Diferencial e Interseccional (GEDI) y guías para la inclusión de enfoques diferenciales en el Sistema Estadístico Nacional, estos esfuerzos aún no representan la diversidad poblaciones en estos grupos en los datos disponibles.

Por lo tanto, este es un problema urgente que requiere pronta solución, para que los operadores judiciales puedan emplear IAs sin sesgos, con el propósito de tener mayor celeridad al interior de los procesos judiciales y de garantizar los derechos de toda la ciudadanía, en especial, los de la población históricamente discriminada que integra a los grupos minoritarios del país.

A ello se suma una creciente percepción de deshumanización en la justicia virtual, denunciada por Parra (2025)³⁴ en el Foro ICDP. Esta problemática, según Valdivieso (2021)³⁵, tiene sus raíces en la falta de celeridad, eficacia y oportunidad en la resolución de los reclamos ciudadanos. Redondo (2020)³⁶ sostiene que la deshumanización se configura cuando el juez desconoce la dignidad humana y privilegia un exceso de ritualidad por encima del derecho sustancial. La digitalización de la justicia ha generado la idea de que el juez puede perder su condición de “natural” y ser reemplazado por procesos automatizados, incapaces de atender las particularidades de cada caso. No obstante, la Corte Constitucional, en la Sentencia T-323 de 2024³⁷, advirtió que “ni la comunidad, ni la administración de justicia podrán ser reemplazadas por las tecnologías ni

³⁴ Foro ICDP. “La Quinta Revolución Industrial y el Derecho Procesal”. XLVI Congreso Colombiano de Derecho Procesal. 2025. Medellín. ICDP. <https://www.youtube.com/watch?v=4xlFA22YsqQ&t=2556s>

³⁵ Valdivieso – Vintimilla, S. “*La Deshumanización...*” Diario “El Telegrafo, El Decano Digital”. 2021. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/articulist/15/la-deshumanizacion>

³⁶ Redondo, María Belén. (2019). “El juez humanista: el nuevo guardián del derecho en el paradigma neoconstitucional”. *Cuestiones constitucionales*, vol. 1, nro. 40. 2019. Ciudad de México (México): Universidad Nacional Autónoma de México. <https://doi.org/10.22201/ijj.24484881e.2019.40.13230> [Consultado: 10 de junio de 2025]

³⁷ Colombia. Corte Constitucional. Sala Segunda de Revisión. Sentencia T-323 de 2024. 2 de agosto de 2024. Juan Carlos Cortés González. T-9.301.656.

por las máquinas”, dado que estas no comprenden valores humanos como la creatividad, la solidaridad y la emotividad. Por ello, se reafirma la necesidad de una intervención humana constante, conforme a los principios de transparencia y responsabilidad establecidos por el órgano de cierre constitucional. En esta línea, Canosa (2024) destaca que, urge implementar una supervisión humana adecuada, con la cual las herramientas tecnológicas pueden convertirse en pilares de un sistema judicial más eficaz y eficiente.

En ese sentido, superar los sesgos algorítmicos y la deshumanización de la justicia requiere abandonar la idea de que la inteligencia artificial (IA) sustituirá a los jueces o abogados. Como advierte Batelli (2020), “las decisiones robóticas no pueden consolidarse como correctas”, ya que “no hay ninguna máquina infalible”. En este sentido, la IA debe concebirse como una herramienta auxiliar, cuyo entrenamiento debe orientarse a reducir sesgos. En efecto, los principios de la **Ley 2213 de 2022** en Colombia permiten comprender que la IA debe actuar como un auxiliar del proceso judicial, sin sustituir la función del juez.

Según Belloso (2022), la intervención humana es esencial en tres fases críticas del desarrollo de la IA: en la recolección de datos, para evitar que reflejen prejuicios existentes; en la preparación del entrenamiento, al momento de seleccionar y procesar los atributos que se proporcionan al algoritmo; y finalmente, en la toma de decisiones a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema. Complementa esta visión el International Business Machines (2024), señalando que “la mitigación del sesgo algorítmico comienza con la aplicación de los principios de gobernanza de la IA, incluida la transparencia y la explicabilidad”.

Así, se integran dos formas de aprendizaje: **Machine Learning** (ML) y **Human Learning**. El primero según Mitchell (1997)³⁸, permite a los sistemas informáticos identificar patrones sin programación explícita, y ha demostrado su utilidad para analizar jurisprudencia, predecir fallos o detectar inconsistencias en decisiones judiciales. Ejemplos de su aplicación incluyen el algoritmo *PretorIA* en Colombia (Cárdenas, 2022), que analiza tutelas para prever decisiones, y el sistema *Prometea* en Argentina, que automatiza la asignación de casos judiciales y ha reducido tiempos en un 70 % (Estevez, Fillottrani, Linares, 2022).³⁹ También ha sido utilizado para identificar patrones de corrupción o discriminación en fallos judiciales (OCDE, 2021).

³⁸ Mitchell, T. *Machine learning*. Nueva York (Estados Unidos): McGraw-Hill. 1997. 16 – 24. <https://www.cs.cmu.edu/~tom/files/MachineLearningTomMitchell.pdf>

³⁹ Estevez, E., Fillottrani, P. Linares, S. *PROMETEA: Transformando la administración de justicia con IA*. New York (Estados Unidos). PUNTOAPARTE Editores. 2020. pp. 57-69. <http://dx.doi.org/10.18235/0002378>

Por su parte, el *aprendizaje humano* implica la interpretación normativa, la aplicación contextual del derecho y el juicio ético de jueces, abogados y conciliadores. Según Kahneman (2011)⁴⁰, este proceso combina intuición y razonamiento lógico, imprescindibles para valorar factores como la vulnerabilidad, el interés superior del menor o la reparación integral, elementos que una IA no puede captar de forma autónoma. Esto es especialmente relevante en espacios donde la empatía y la inteligencia emocional son claves.

Asimismo, los jueces deben ejercer control ético sobre las decisiones automatizadas. Una IA que decida, por ejemplo, sobre la libertad condicional basándose solo en estadísticas, podría vulnerar derechos fundamentales. Por ello, es necesario combinar ML y *Human Learning* para lograr un equilibrio entre la capacidad técnica de la IA y la garantía de justicia sustantiva.

En este contexto, el modelo **Human-in-the-Loop (HITL)** se presenta como una solución integradora. Bajo este enfoque, la IA sugiere criterios normativos o jurisprudencia, pero la decisión final siempre recae en un ser humano capacitado. Además, la retroalimentación humana mejora continuamente el sistema. Un ejemplo de esta colaboración es el uso de *Ariel IA* en Colombia, que asiste a jueces en la identificación de precedentes sin reemplazar su función decisoria (Ámbito Jurídico, 2023).

El enfoque HITL se asocia directamente con los principios de la quinta revolución industrial (Industria 5.0). Esta nueva etapa, a diferencia de la Industria 4.0, prioriza una colaboración estratégica y centrada en el ser humano, no solo funcional, que promueve la personalización de procesos, la sostenibilidad y el bienestar, a través de la integración de IA, robótica colaborativa e Internet de las Cosas (IoT). Aunque HITL surgió en la cuarta revolución industrial, es en la quinta donde cobra pleno sentido, al ubicar al ser humano como eje del desarrollo tecnológico.

Lo anterior, en los términos del exmagistrado de la Sala Laboral de la Corte Suprema de Justicia, Víctor Julio Díaz Daza (comunicación personal, 13 de junio de 2025), expone la necesidad de adaptación constante de todos los operadores del sistema judicial para preservar derechos como el debido proceso. De igual forma, Colmenares (comunicación personal, 11 de junio de 2025) propone implementar entornos regulados tipo *sandbox* que permitan controlar y supervisar los algoritmos, validando su funcionamiento bajo esquemas de supervisión humana.

⁴⁰ Kahneman, D. *Thinking, fast and slow*. Nueva York (Estados Unidos): Farrar, Straus and Giroux. 2011.

Sin embargo, persisten desafíos. Uno de ellos es el sesgo histórico en los datos de entrenamiento, que puede perpetuar prejuicios como la discriminación de género o clase (Bolukbasi et al., 2016).⁴¹ Otro es la brecha tecnológica: muchos operadores judiciales no cuentan con formación en IA, lo que incrementa el riesgo de uso acrítico de estas herramientas (OCDE, 2021).

En síntesis, el modelo **Human-in-the-Loop (HITL)**, propio de la 5ª revolución industrial, reduce los sesgos algorítmicos y enfrenta la deshumanización de la justicia. La propuesta radica en construir una sinergia responsable entre *Human Learning* y *Machine Learning*, integrando el razonamiento jurídico humano con la capacidad analítica de la IA. Potenciando la labor del juez, por medio herramientas tecnológicas seguras y éticamente sostenibles.

3.2 Aprendizaje Federado (Federated Learning) y Blockchain: alternativas para garantizar la protección de datos personales expuestos en los procesos judiciales en los que intervenga la IA

Actualmente, los sistemas judiciales en Colombia enfrentan serios riesgos en materia de ciberseguridad. Según Cote (2023)⁴², en octubre del 2023 la Rama Judicial en Colombia fue víctima de un ciberataque masivo, en el cual delincuentes accedieron y secuestraron información digital y sensible. Asimismo, el Consejo Superior de la Judicatura⁴³ alertó a servidores públicos, usuarios y ciudadanos sobre la existencia de prácticas de *phishing* y suplantación institucional por medio de correos electrónicos fraudulentos, dirigidos a captar información personal.

Este panorama se agrava con las fallas reportadas en la autenticación biométrica en plataformas como “Poder Judicial en Línea”, así como con los hackeos a notificaciones judiciales ocurridos en 2021, según información de la Fiscalía General de la Nación. Pese a ello, persisten importantes vacíos en la garantía

⁴¹ Bolukbasi, T., Chang, K., Zou, J., Saligrama, V., Kalai, A. “Man is to computer programmer as woman is to homemaker? Debiasing word embeddings”. *Advances in Neural Information Processing Systems*. vol. 29. 2016. Ithaca (Estados Unidos): Cornell University. pp. 1–9. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1607.06520> [Consultado: 9 de junio de 2025]

⁴² Cote, J. “Ciberataque: Así lo vive la Rama Judicial, que atiende lo urgente, pero hay demoras”. *El Espectador*. Judicial. Bogotá. 14 de septiembre de 2023. <https://www.elespectador.com/judicial/ciberataque-asi-lo-vive-la-rama-judicial-que-atiende-lo-urgente-pero-hay-demoras/> [Consultado: 7 de junio de 2025]

⁴³ Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. “Evite ser Víctima de Correos Fraudulentos”. 2024. Bogotá. https://www.ramajudicial.gov.co/historico-de-noticias/-/asset_publisher/tc8GIX9NJBWV/content/id/157197396 [Consultado: 10 de junio de 2025]

efectiva de la reserva de datos personales, confidenciales y del derecho a la intimidad, cuya protección es exigida por el artículo 41 de la Ley 2430 de 2024⁴⁴ en el marco de la digitalización de la justicia y la adopción de nuevas tecnologías; existe una crisis estructural en materia de ciberseguridad.

De acuerdo con PasswordManagers.co (2020)⁴⁵, Colombia ocupa el puesto 54 entre 108 países en el ranking global, posicionándose como el quinto país más expuesto de Sudamérica. A su vez, el Banco Mundial (2023)⁴⁶, ha advertido que la débil integración territorial limita las capacidades institucionales para atender con eficacia la protección digital, evidenciando la insuficiencia de las medidas adoptadas por las entidades públicas.

En este contexto, Wells (2024) alerta sobre los usos abusivos de la inteligencia artificial generativa, que pueden distorsionar información y facilitar prácticas nocivas como la incitación a la violencia o el reclutamiento de jóvenes para la difusión de ideologías radicales, dada la facilidad de acceso a estas tecnologías.

Frente a esta problemática, la tecnología **blockchain** o cadena de bloques se presenta como una herramienta idónea para fortalecer la seguridad y trazabilidad de los datos. Como lo sostienen Alzate y Giraldo (2023), esta tecnología permite proteger la información procesada en sistemas judiciales mediante mecanismos descentralizados, seguros y verificables.

El *Blockchain* funciona como un “libro de cuentas digital distribuido, mismo que utiliza algoritmos criptográficos para la verificación de la transferencia o creación de registros digitales en una red” (Gordillo, S.F). Esta herramienta tecnológica opera bajo un margen descentralizado; por ende, no hay un tercero que maneje los datos. Por ello, Alzate y Giraldo (2023), detallan que la información y registro es inmutable e inalterable; además, esta herramienta permite la trazabilidad y seguimiento en tiempo real, es decir, que la información es encriptada en los nodos. Esto se relaciona con lo expuesto por Tapscott (2018)⁴⁷, siendo el blockchain la herramienta que otorga una infraestructura con la seguridad suficiente, dándole la confianza al usuario para la protección datos que se requiere.

⁴⁴ Colombia. Congreso de la República. Ley Estatutaria 2430 de 2024. 9 de octubre de 2024.

⁴⁵ PasswordManagers.co. “*Cybersecurity Exposure Index (CEI) 2020*”. 2020. Retrieved from <https://passwordmanagers.co/cybersecurity-exposure-index/>

⁴⁶ Banco Mundial. “*Economía Digital para América Latina y el Caribe Diagnóstico de país: Colombia. 2023*”. Retrieved from <https://gobernanzadeinternet.co/es/foro-de-gobernanza/agenda#:~:text=El%20reporte%20Econom%C3%ADa%20Digital%20para%20Am%C3%A9rica%20Latina,2020%2C%20m%C3%A1s%20de%20dos%20tercios%20de%20la>

⁴⁷ Tapscott, D. Tapscott, A. “*La Revolución Blockchain*.” Barcelona. Editorial Planeta. 2017.

Otro de los beneficios de la herramienta es que ofrece privacidad acompañada de integridad en la información intercambiada. Por eso, en articulación con el *Aprendizaje Federado*, su implementación podría representar una solución eficaz y realista frente a los crecientes riesgos de seguridad digital en la administración de justicia.

El modelo de *Aprendizaje Federado* versa, según Yurdem, Kuzlu Kemal – Gullu, et al. (2024)⁴⁸, sobre el proceso de aprendizaje de forma automática que se distribuye en la facultad de varios nodos colaborando para entrenar un modelo compartido, sin necesidad de compartir datos. Esto es, entrenar una herramienta tecnológica como la IA procesando datos localmente en dispositivos y ordenadores de origen para crear el modelo global sin transferir datos de contenido privado o sensible, lo cual genera que el riesgo de filtración o hackeo de datos sea casi nulo, porque no saldrían nunca los datos del lugar de origen puesto que no existe un modelo centralizado o extracción para procesamiento global en una base de datos central.

Estas dos herramientas tecnológicas son fundamentales para fortalecer la ciberseguridad y proteger el habeas data, ya que su combinación permite encriptar la información en cadenas de bloques sin intermediarios y sin transferencia de información a bases de datos centrales, asegurando la confidencialidad en los procesos judiciales. Además, facilitan la trazabilidad y auditoría del uso de datos sensibles, generando confianza y cumplimiento con la Ley 1581 de 2012.

3.3 Gemelos Digitales y Realidad Virtual: Un Modelamiento en 3D para la práctica y valoración de la prueba en la virtualidad

Tal como explican Varas-Chiquito, García-Plua, Bustamante – Chong, M. Bustamante-Chong, (2020)⁴⁹, los gemelos digitales constituyen réplicas virtuales exactas de un objeto, proceso o sistema físico, alimentadas por datos en tiempo real captados mediante sensores u otras herramientas interconectadas con sistemas de Big Data. Esta información, posteriormente procesada

⁴⁸ Yurdem, B. Kuzlu, M. Kemal – Gullu, M. Ozgur – Catak, F. Tabasum, M. “Federated Learning: Overview, strategies, applications, tools and future directions”. Revista Científica *Heliyon*. Vol. 10. 2024. Cambridge (Massachusetts): Editorial CellPress. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38137>. [Consultado: 14 de Junio del 2025]

⁴⁹ Varas Chiquito, M., García Plua, J. C., Bustamante Chong, M., Bustamante Chong, C. (2020). “Gemelos digitales y su evolución en la industria”. *RECIMUNDO*. vol. 4, nro. 4. 2020. Milagro (Ecuador): Editorial Saberes del Conocimiento. pp. 300–308. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).noviembre.2020.300-308](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).noviembre.2020.300-308). [Consultado: 12 de junio de 2025]

a través de inteligencia artificial y computación en la nube, permite construir una representación dinámica que emula el “sentir, actuar y pensar” del sistema replicado. Así, se trata de simulaciones que posibilitan analizar, predecir y optimizar comportamientos en tiempo real (Grieves & Vickers, 2017).⁵⁰ Esto se debe a que el gemelo digital consta de un modelo computacional que simula el comportamiento o el estado de un proceso o sistema físico, generando trazabilidad a lo largo de todo su ciclo de vida (Tao, Cheng, Zhang 2019)

En el ámbito judicial, la aplicación de gemelos digitales podría representar una herramienta disruptiva, como aquellas que son promovidas para el *Plan Estratégico de Transformación Digital de la Rama Judicial (PETD) 2021 – 2025*⁵¹; esta puede ser particularmente útil en la práctica y valoración de pruebas. De hecho, es posible encauzar su uso dentro de los parámetros establecidos por la Corte Constitucional en la Sentencia T-323 de 2024⁵², que delimita la utilización de tecnologías emergentes bajo los principios antes mencionados.

De hecho, la Jueza Civil Municipal y docente de Derecho Proceso, Ingrid Reyes Palmera (Comunicación personal, 13 de junio de 2025), al ser consultada sobre la viabilidad del uso de esta herramienta digital en el sistema judicial, señaló de manera categórica que dicha tecnología no constituye, por sí misma, un medio de prueba. No obstante, precisó que puede desempeñar un rol complementario dentro del proceso probatorio, particularmente como recurso ilustrativo para la exposición de determinados supuestos de hecho, especialmente en contextos de justicia digital. Como ejemplo, refirió la recreación de testimonios.

Para ilustrar esta y otras utilidades, se presentan tres hipótesis vinculadas a la práctica probatoria en entornos virtuales, las cuales pueden resultar problemáticas en cuanto a la aplicación del principio de inmediatez de la prueba. Frente a ello, los gemelos digitales surgen como una solución tecnológica pertinente.

a) En primer lugar, la transición hacia la justicia virtual ha obstaculizado la realización de peritajes grafológicos tradicionales, esenciales en casos donde se busca desvirtuar la presunción de autenticidad de un documento (artículo

⁵⁰ Grieves, M., & Vickers, J. “Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems”. En F. J. Kahlen et al. (Eds.): *Transdisciplinary perspectives on complex systems*. vol. 1. 2016. Cham (Suiza): Springer Publishing. pp. 85-113. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7_4 [Consultado: 10 de junio de 2025]

⁵¹ Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Acuerdo PCSJA20-11631 Plan Estratégico de Transformación Digital de la Rama Judicial (PETD) 2021-2025. 22 de septiembre de 2020.

⁵² Colombia. Corte Constitucional. Sala Segunda de Revisión. Sentencia T-323 de 2024. 2 de agosto de 2024. Juan Carlos Cortés González. T-9.301.656.

269 CGP) o evidenciar un posible fraude procesal. Estos estudios requieren el análisis directo del documento original por parte del perito. La imposibilidad de acceso físico ha generado dificultades en la autenticación de firmas y en la detección de falsificaciones en documentos digitales. Un ejemplo ilustrativo es el caso *United States vs. Adekanbi* (2021), en el cual se invalidó un peritaje grafológico por haber sido realizado sobre un PDF escaneado, sin acceso al soporte original.

En este contexto, los gemelos digitales permiten superar dichas limitaciones al generar réplicas virtuales de alta fidelidad de documentos físicos, incorporando características como la textura del papel, el tipo de tinta y los rasgos específicos de la firma. Estas representaciones facilitan el análisis técnico en entornos digitales sin requerir la presencia material del documento. Como señala Grafotecnica (2024)⁵³, mediante la grafotecnia digital es posible analizar variables como la velocidad del trazo, el ángulo de inclinación y la presión ejercida al firmar, lo cual ofrece datos biométricos comparables con los de una evaluación física.

b) En segundo lugar, es necesario mencionar que una de las limitaciones más importantes de la interacción virtual es la dificultad para captar las señales no verbales que normalmente son transmitidas con el rostro. Esto se debe a que los dispositivos de visualización, como los visores de realidad virtual, cubren buena parte de la cara, impidiendo que otras personas puedan interpretar expresiones faciales clave. Para superar esta barrera, se han desarrollado mecanismos que, a través del análisis de los movimientos oculares captados por sensores internos, logran reconstruir de manera artificial ciertos gestos del rostro. Estos datos se procesan en tiempo real para animar avatares que simulan las emociones del usuario, incluso sin necesidad de cámaras externas o una visión completa del rostro.^(Hickson et.al, 2017)⁵⁴

Este tipo de innovación resulta fundamental cuando se traslada al ámbito de la justicia, especialmente en el contexto de audiencias virtuales, donde los jueces deben evaluar la credibilidad de los testigos. En tales escenarios, la calidad del video o de la conexión puede impedir una correcta percepción del lenguaje corporal, limitando la interpretación de señales emocionales o conductuales que pueden ser indicios de la fiabilidad del testimonio, al ser valorado en su conjunto. Por ello, el uso de gemelos digitales dotados de avatares hiperrealistas, alimentados con datos captados por sensores y algoritmos de inteligencia artifi-

⁵³ Grafotecnica. "Grafotécnico: Concepto, Tipos, Análisis e Informe 24". 2024. <https://grafotecnica.com/grafotecnico-concepto-tipos-analisis-e-informe/>

⁵⁴ Hickson, S Dufour, D, Sud, A. Vivek Kwatra, Irfan Essa. *Eyemotion: Classifying facial expressions in VR using eye-tracking cameras* año: 2017

cial, ofrece una alternativa poderosa: representar con mayor fidelidad y detalle las expresiones faciales y reacciones físicas del testigo, superando las limitaciones técnicas habituales. Así, el juez accede a una reconstrucción precisa del testimonio que mejora la valoración probatoria sin depender exclusivamente de los medios audiovisuales tradicionales, como las cámaras y micrófonos de los computadores o celulares utilizados para ingresar a las reuniones virtuales.

c) En tercer lugar, es bien sabido que, durante el interrogatorio al perito, este expone al juez los detalles de su peritazgo. En este contexto, pueden utilizarse gemelos digitales para replicar fielmente la escena en la que se realizó dicho análisis, por ejemplo, la escena del crimen o el lugar de los hechos. Estas réplicas permiten representar el entorno con una percepción visual y espacial equivalente a la que se tendría estando presencialmente en el lugar.

De esta manera, el juez, quien si bien es experto en derecho no lo es en disciplinas técnicas propias del peritaje (o aun siéndolo, no puede aplicar sus propios conocimientos técnicos), podrá comprender mejor el dictamen pericial y tomar decisiones más acertadas. A modo de ilustración, Lars (2025)⁵⁵, reporta el caso de un juez en California que empleó un casco de realidad virtual para experimentar una recreación desde la perspectiva del acusado, con el propósito de lograr una comprensión más integral de los hechos sometidos a juicio.

En esta misma línea, los investigadores Pulgar, Alcocer, Carrasco y Mera (2024) señalan que

Elbert et al., (2014) crearon el primer prototipo de un sistema forense de realidad virtual en 2013, basado en el primer kit de desarrollo de Oculus Rift. Desde entonces, la tecnología ha continuado avanzando, mejorando la resolución de pantalla e incorporando características como controladores con seguimiento, HMD inalámbricos y realidad virtual a escala de habitación.

Hasta la fecha, se han presentado quince casos de homicidio, tentativa de homicidio o agresión en los que este tipo de modelamientos han sido aplicados por el Instituto de Medicina Forense de la Universidad de Zúrich. Según los mismos autores, el modelo se utiliza, entre otras cosas, “para que los expertos forenses realicen reconstrucciones en 3D (reconstrucción)”.

Torres (2019) también documenta antecedentes internacionales relevantes: en 2009, la Universidad de Stanford calificó como válido el uso de realidad virtual como prueba ante una corte en Estados Unidos, tecnología que desde

⁵⁵ Lars, D. “Primera vez Histórica: Un juez se pone las gafas de realidad virtual Oculus para experimentar el crimen”. *Forbes*. Sección Innovación. Nueva York (Estados Unidos). 6 de enero de 2025. <https://www.forbes.com/sites/larsdaniel/2025/01/06/historic-first-judge-dons-oculus-vr-headset-to-experience-crime/> [Consultado: 7 de junio de 2025]

entonces ha sido empleada en cientos de casos como herramienta didáctica y persuasiva. En Australia, un protocolo de presentación de evidencia electrónica habilitó su uso en 2005, mientras que, en el Reino Unido, ya en 1998, el software Bloody Sunday Inquiry permitió por primera vez presentar evidencia en realidad virtual básica dentro de un estrado judicial.

Adicionalmente, un estudio de casos forenses realizado por el mismo autor concluye que, en Colombia, la utilización de simulaciones en Criminalística se perfila como un medio probatorio que facilita al juez la comprensión de los hechos, al representar las escenas en tres dimensiones y permitirle así acercarse con mayor precisión a la verdad real sobre la cual deberá fundamentar su decisión.

4. Propuestas de solución planteadas para el aprovechamiento de las tecnologías de la Quinta Revolución Industrial en la Justicia Colombiana

Se propone el uso del modelo tecnológico *human-in-the-loop* (hitl), que combina el *Machine Learning* con el *Human Learning*, como una alternativa que contribuye a superar los sesgos algorítmicos y la deshumanización de la justicia que impiden el correcto uso de la Inteligencia Artificial por parte de los operadores judiciales.

Se propone la implementación de la tecnología *Blockchain* y el *modelo de Aprendizaje Federado*, para garantizar la protección de datos personales y el derecho a la intimidad personal de las personas involucradas en procesos judiciales en los que la Inteligencia Artificial pueda intervenir, en atención al carácter sensible y personalísimo de la información a procesar.

Se propone la utilización de Gemelos Digitales como una alternativa para mejorar la práctica y valoración de pruebas en el sistema judicial virtual, con énfasis en aquellos medios probatorios que tradicionalmente requieren, para su práctica o para su mayor entendimiento, la presencia o contacto físico del juez o perito, como lo son algunas pruebas documentales, testimonios y peritazgos.

5. Conclusiones y reflexiones finales

La administración de justicia en Colombia atraviesa una encrucijada estructural marcada por los rezagos de una implementación incipiente y desigual de las tecnologías propias de la Cuarta Revolución Industrial. Si bien estos avances permitieron importantes desarrollos en materia de digitalización, también dejaron al descubierto profundas brechas y dificultades, como el sesgo algo-

rítmico, la deshumanización del proceso judicial, las amenazas a la seguridad y privacidad de los datos y problemas en relación con la intermediación en la práctica probatoria.

Frente a este panorama, la Quinta Revolución Industrial ofrece un nuevo horizonte de posibilidades, no solo en términos técnicos, sino como una transformación paradigmática del modelo de justicia. Tecnologías y modelos como el *Human-in-the-Loop*, el *blockchain*, el *aprendizaje federado* y los *gemelos digitales* permiten diseñar soluciones más inteligentes, éticas y transparentes que, bajo supervisión humana, corrigen y complementan las deficiencias de la generación tecnológica anterior.

Colombia se encuentra en posición de liderar esta transición regional, siempre que se garantice la articulación de tres pilares fundamentales: la consolidación de un marco regulatorio actualizado como la reforma de la Ley 2213 de 2022 para incorporar principios de ética algorítmica; una inversión sostenida en infraestructura tecnológica, en línea con la Estrategia Nacional Digital 2023 - 2026; y una pedagogía tecnológica que fortalezca las capacidades tanto de los operadores judiciales como de la ciudadanía.

Tal como lo estableció la Corte Suprema de Justicia en la Sentencia STC - 3586 de 2020⁵⁶, la tecnología debe ser entendida como un medio al servicio de la justicia, y no como un fin en sí misma. El reto, entonces, consiste en mantener al ser humano en el centro del sistema, utilizando las herramientas tecnológicas de nueva generación para ampliar derechos, reducir desigualdades y fortalecer la confianza institucional.

Sin embargo, esta transformación no sería posible sin la existencia de acciones reales y políticas públicas de inversión en infraestructura tecnológica y educación, que deben incorporarse de manera paulatina, atendiendo a las necesidades y condiciones socioeconómicas especiales de cada región del país, y evitando ignorar las visibles brechas digitales. Esto, siempre con miras a la ejecución del existente y sólido marco normativo en la materia, buscando dotar de efectividad e integralidad al sistema judicial virtual en Colombia.

La clave del éxito está en comprender que estas tecnologías no deben ser entendidas como fines en sí mismos, sino como medios para garantizar una justicia más eficiente, transparente, accesible y humana. Así, la Quinta Revolución Industrial no debe ser vista como una amenaza, sino como una oportunidad para renovar los pilares de la justicia colombiana, ampliando

⁵⁶ Colombia. Corte Suprema de Justicia. Sala de Casación Civil. Sentencia STC-3586 de 2020. 4 de junio de 2020. Luis Armando Tolosa Villabona. Radicado 11001-22-03-000-2020-00548-01.

derechos, fortaleciendo la legitimidad institucional, cerrando las brechas que subsisten tras la implementación de la anterior generación tecnológica y consolidando un sistema judicial que esté a la altura de las exigencias sociales y tecnológicas del siglo XXI.

Bibliografía

- Alzate, P. M., & Giraldo, D. “*Tendencias de investigación del blockchain en la cadena de suministro: transparencia, trazabilidad y seguridad*”. *Revista Universidad y Empresa*. vol. 25, nro. 44. 2023. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. pp. 1-29. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.12451> [Consultado: 11 de junio de 2025]
- Battelli. “*La decisión robótica: algoritmos, interpretación y justicia predictiva*”. *Revista de Derecho Privado*. vol. 40. 2021. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. pp. 45-86. <https://doi.org/10.18601/01234366.n40.03> [Consultado: 10 de junio de 2025].
- Cárdenas, O. (2022). “*Transformaciones en el derecho procesal y la tecnología*”. *ICDP*. 2022. Bogotá. <https://icdp.org.co>
- Canosa, U. “*Justicia en la era de la Inteligencia Artificial: ¿Un Nuevo Salomón?*”. *Blog Opiniones desde el ICDP*. 2024. Bogotá. <https://icdp.org.co/justicia-en-la-era-de-la-inteligencia-artificial-un-nuevo-salomon/> [Consultado: 7 de junio de 2025]
- Colombia. Corte Constitucional. Sala Plena. Sentencia SU-355 de 2022. Colombia. 13 de octubre de 2022. Cristina Pardo Schlesinger. T.8.529.283.
- Colombia. Corte Constitucional. Sala Tercera de Revisión. Sentencia T-230 de 2013. 18 de abril de 2013. Luis Guillermo Guerrero Pérez. T-3.728.179
- Colombia. Corte Suprema de Justicia. Sala de Casación Civil. Sentencia STC-3586 de 2020. 4 de junio de 2020. Luis Armando Tolosa Villabona. Radicado 11001-22-03-000-2020-00548-01.
- Colombia. Congreso de la República. Ley Ordinaria 1437 de 2011. 18 de enero de 2011.
- Colombia. Congreso de la República. Ley Ordinaria 2080 de 2021. 25 de enero de 2021.
- Colombia. Congreso de la República. Ley Estatutaria 2430 de 2024. 9 de octubre de 2024.
- Colombia. Congreso de la República. Ley Estatutaria 270 de 1996. 7 de marzo de 1996.

- Colombia. Congreso de la República. Ley Ordinaria 527 de 1999. 21 de agosto de 1999.
- Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social. “Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial Conpes 3975 de 2019”. 2019. Bogotá. pp. 39-50. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3975.pdf> [Consultado: 10 de junio de 2025]
- Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social. “Política nacional de inteligencia artificial Conpes 4144 de 2025”. 2025. Bogotá. pp. 83-91. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/4144.pdf> [Consultado: 9 de junio de 2025]
- Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Acuerdo 1591 de 2002. 24 de octubre de 2002.
- Colombia. Consejo Superior de la Judicatura . Acuerdo PSAA12-9269 de 2012. 27 de febrero de 2012.
- Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Circular PCSJC21-12 de 2021. 4 de junio de 2021.
- Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Acuerdo PCSJA24-12145 - Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano para la Administración de Justicia 2024-2025. 1 de febrero de 2024.
- Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. “Evite ser Víctima de Correos Fraudulentos”. 2024. Bogotá. https://www.ramajudicial.gov.co/historico-de-noticias/-/asset_publisher/tc8GIx9NJWBV/content/id/157197396 [Consultado: 10 de junio de 2025]
- Colombia. Consejo Superior de la Judicatura. Acuerdo PCSJA20-11631 Plan Estratégico de Transformación Digital de la Rama Judicial (PETD) 2021-2025. 22 de septiembre de 2020.
- Gordillo, V. “Blockchain y Protección de Datos”. *Revista Estudiantil de Derecho Privado de la Universidad Externado de Colombia*. S.F. Bogotá. <https://red.uexternado.edu.co/blockchain-y-proteccion-de-datos> [Consultado: 13 de junio de 2025]
- Colombia. Congreso de la República . Ley Ordinaria 2213 de 2022. 13 de junio de 2022. Por medio de la cual se adoptan medidas para la implementación de la justicia digital en Colombia.
- OCDE. *The impact of robotics on labour productivity*. París (Francia). 2021. <https://www.oecd.org/employment>
- Colombia. Presidencia de la República. Decreto Legislativo 806 de 2020. 4 de junio de 2020.

- Colombia. Presidencia de la República. Decreto Legislativo 491 de 2020. 28 de marzo de 2020.
- Colombia. Consejo de Estado. Sección Cuarta. Sentencia 05001-23-33-000-2020-03884-01 (AC). 4 de febrero de 2021. Myriam Stella Gutiérrez Argüello. 05001233300020200388401.
- Colombia. Consejo de Estado. Sección Primera. Sentencia 11001-03-24-000-2020-00272-00. 25 de mayo de 2023. Nubia Margoth Peña Garzón. 11001032400020200027200.
- Colombia. Corte Constitucional. Sala Plena. Sentencia C-522 de 2023. 28 de noviembre de 2023. Jorge Enrique Ibáñez Najar. D-15.252.
- Colombia. Corte Constitucional. Sala Segunda de Revisión. Sentencia T-323 de 2024. 2 de agosto de 2024. Juan Carlos Cortés González. T-9.301.656.
- Tao, F., Cheng, Y., & Zhang, L. "Digital twins in industry: State-of-the-art and future trends". *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 15, nro.4. Piscataway (Estados Unidos): IEEE. 2019. pp. 2405-2415.
- Wells, D. (2024, Marzo). "The Next Paradigm-Shattering Threat? Right-Sizing the Potential Impacts of Generative AI on Terrorism". 2024. Washington D.C. (Estados Unidos). 2024. Middle Eastern Institute. <https://mei.edu/publications/next-paradigm-shattering-threat-right-sizing-potential-impacts-generative-ai-terrorism> [Consultado: 12 de junio de 2025]