

# Evolución hacia redes 6G y su potencial transformador en las comunicaciones

## *Evolution to 6G networks and their transformative potential in communications*

Mendoza-Loor, José Javier<sup>1</sup>; Boné-Andrade, Miguel Fabricio<sup>2</sup>; Núñez-Freire, Luis Alfonso<sup>3</sup>

**Recibido:** 02/03/2025

**Aceptado:** 30/03/2025

**Publicado:** 30/04/2025

**Cita:** Mendoza-Loor, J. J., Boné-Andrade, M. F., & Núñez-Freire, L. A. (2025). Evolución hacia redes 6G y su potencial transformador en las comunicaciones. *Space Scientific Journal of Multidisciplinary*, 3(2), 54-67. <https://doi.org/10.63618/omd/ssjm/v3/n2/50>

### Resumen

Ante la inminente saturación de las redes 5G, este estudio examina la evolución hacia la sexta generación de comunicaciones móviles (6G), destacando su potencial transformador en sectores clave. Mediante una revisión bibliográfica sistemática de literatura científica reciente (2019–2024), se identificaron avances tecnológicos fundamentales como el uso del espectro en terahercios, la integración nativa de inteligencia artificial y la computación distribuida. Los resultados evidencian que 6G permitirá aplicaciones como la telepresencia háptica y la medicina remota, pero también plantea riesgos como la ampliación de la brecha digital y dilemas éticos relacionados con la privacidad y la gobernanza algorítmica. El estudio concluye que el desarrollo de 6G no debe concebirse solo desde una óptica técnica, sino como una transformación estructural que exige marcos normativos inclusivos y éticos para una implementación equitativa y sostenible.

**Palabras clave:** redes 6G; inteligencia artificial; brecha digital; computación distribuida; ética tecnológica.

### Abstract

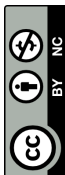
With the impending saturation of 5G networks, this study examines the evolution towards the sixth generation of mobile communications (6G), highlighting its transformative potential in key sectors. Through a systematic literature review of recent scientific literature (2019-2024), fundamental technological advances such as the use of terahertz spectrum, native integration of artificial intelligence, and distributed computing were identified. The results show that 6G will enable applications such as haptic telepresence and remote medicine, but it also poses risks such as the widening of the digital divide and ethical dilemmas related to privacy and algorithmic governance. The study concludes that the development of 6G should not be conceived only from a technical perspective, but as a structural transformation that requires inclusive and ethical regulatory frameworks for an equitable and sustainable implementation.

**Keywords:** 6G networks; artificial intelligence; digital divide; distributed computing; technological ethics.

<sup>1</sup> Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas; Ecuador, Santo Domingo; <https://orcid.org/0000-0001-8623-872X>; [jose.mendoza.loor@utelvt.edu.ec](mailto:jose.mendoza.loor@utelvt.edu.ec)

<sup>2</sup> Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas; Ecuador, Santo Domingo; <https://orcid.org/0000-0002-8635-1869>; [miguel.bone@utelvt.edu.ec](mailto:miguel.bone@utelvt.edu.ec)

<sup>3</sup> Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas; Ecuador, Santo Domingo; <https://orcid.org/0000-0001-9759-2003>; [luis.nunez@utelvt.edu.ec](mailto:luis.nunez@utelvt.edu.ec)



## 1. Introducción

La evolución de las tecnologías de comunicación inalámbrica ha sido uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico, social y científico del siglo XXI. Desde la primera generación (1G) hasta la actual 5G, cada avance ha significado una transformación profunda en la forma en que los individuos, organizaciones y sistemas interactúan, comunican y acceden a la información. En este contexto de rápida evolución tecnológica, la red de sexta generación (6G) surge como la próxima frontera, destinada no solo a mejorar las capacidades técnicas de sus predecesoras, sino a reconfigurar los cimientos de la comunicación global. No obstante, esta evolución también plantea desafíos significativos, tanto en términos tecnológicos como en aspectos socioeconómicos y éticos, que deben ser abordados desde una perspectiva crítica y multidisciplinaria (Saad et al., 2020).

El principal problema que motiva el desarrollo de redes 6G es la insuficiencia progresiva de las capacidades actuales de la red 5G para responder a las exigencias emergentes de aplicaciones intensivas en datos, latencia ultra baja y confiabilidad extrema. Sectores como la inteligencia artificial distribuida, los sistemas ciberfísicos, el metaverso, la automatización vehicular total, y la telepresencia háptica requieren niveles de conectividad que exceden los límites establecidos por las tecnologías de quinta generación. A medida que se multiplican los dispositivos conectados y crece la demanda de aplicaciones críticas, las limitaciones de la infraestructura actual amenazan con convertirse en un cuello de botella para la innovación (Chowdhury et al., 2020). En consecuencia, es urgente analizar la transición hacia 6G como una necesidad estructural más que como una opción evolutiva.

Diversos factores inciden en la complejidad de esta transición. Desde el punto de vista técnico, los desafíos incluyen el desarrollo de tecnologías de comunicación en el rango de terahercios (THz), la incorporación de inteligencia artificial nativa en la gestión de redes, la implementación de arquitecturas descentralizadas y sostenibles, y la seguridad cuántica. A ello se suman las afectaciones sociales y éticas, como el riesgo de acentuar la brecha digital, los impactos sobre la privacidad y la soberanía de los datos, y la necesidad de establecer marcos regulatorios globales que garanticen un despliegue equitativo y seguro (Giordani et al., 2020). Además, el despliegue de redes 6G implica costos sustanciales de infraestructura, la redefinición de estándares de interoperabilidad y la coordinación entre múltiples actores del ecosistema digital, incluyendo gobiernos, empresas, universidades y organismos internacionales (Dang et al., 2020).

La revisión crítica de estos elementos no solo es pertinente, sino necesaria, dado que el desarrollo de la red 6G no es un proceso aislado o exclusivamente técnico, sino una transformación integral que afectará todas las esferas de la vida moderna. La justificación de este estudio radica en la necesidad de ofrecer una visión comprensiva y analítica sobre el estado actual de la investigación y los desarrollos

preliminares en torno a la 6G, identificando tanto su potencial como sus riesgos. Este análisis se hace aún más relevante ante la ausencia de un consenso normativo internacional y la creciente fragmentación del entorno digital. Así, comprender las tendencias, las tecnologías habilitadoras, las aplicaciones esperadas y las limitaciones de 6G permitirá anticipar sus impactos y diseñar estrategias de adopción más inclusivas y sostenibles (You et al., 2020).

En términos de viabilidad, la elaboración de una revisión bibliográfica sistemática y crítica es posible gracias al creciente cuerpo de literatura científica sobre el tema, particularmente desde 2019, cuando comenzaron a publicarse los primeros white papers y estudios prospectivos impulsados por centros de investigación y consorcios industriales. La disponibilidad de fuentes indexadas en bases de datos científicas reconocidas, como Scopus y Web of Science, garantiza la rigurosidad y relevancia de la información que se analizará. Asimismo, la naturaleza interdisciplinaria del fenómeno permite integrar perspectivas desde la ingeniería de telecomunicaciones, las ciencias sociales, la economía digital y la filosofía de la tecnología, enriqueciendo así el abordaje metodológico de la investigación (Zhang et al., 2019).

El objetivo general de este artículo es analizar el proceso de evolución hacia las redes 6G, identificando sus características técnicas distintivas, tecnologías emergentes, aplicaciones potenciales y los desafíos multidimensionales que enfrenta su desarrollo e implementación. Este objetivo se abordará mediante una revisión sistemática de literatura científica reciente, priorizando artículos publicados en revistas indexadas y documentos técnicos de alto impacto. El estudio también se propone destacar el potencial transformador de 6G sobre las comunicaciones y su papel como infraestructura crítica para una nueva era digital, marcada por la automatización avanzada, la hiperconectividad y la inteligencia ubicua.

En resumen, la evolución hacia redes 6G constituye una de las transformaciones más ambiciosas en la historia de las telecomunicaciones. Su análisis detallado permite comprender no solo los avances tecnológicos que la hacen posible, sino también los dilemas éticos, sociales y económicos que acompañan a toda revolución tecnológica. Por ello, este artículo busca contribuir al debate científico y estratégico sobre el futuro de las comunicaciones, partiendo de un enfoque riguroso y multidisciplinario que integre evidencia empírica, análisis crítico y proyecciones fundamentadas.

## 2. Materiales y Métodos

Para la elaboración del presente artículo, se adoptó un enfoque exploratorio basado en una revisión bibliográfica sistemática y crítica. La naturaleza exploratoria del estudio se justifica por el carácter emergente y en constante evolución del tema tratado, dado que la red 6G aún se encuentra en fase de conceptualización y desarrollo preliminar. Esta revisión tuvo como propósito identificar, analizar y

sintetizar la literatura científica más relevante, reciente y confiable en torno a la evolución tecnológica hacia las redes de sexta generación, sus fundamentos técnicos, aplicaciones esperadas y desafíos multidimensionales.

El proceso metodológico se inició con la definición de criterios de inclusión y exclusión rigurosos para la selección de fuentes. Se consideraron exclusivamente documentos académicos publicados entre los años 2019 y 2024, periodo en el que se ha intensificado la producción científica sobre 6G. La búsqueda se realizó en bases de datos académicas reconocidas por su calidad y cobertura, como Scopus y Web of Science, priorizando artículos de revisión, artículos originales de investigación, informes técnicos de consorcios científicos y libros especializados editados por editoriales académicas. No se incluyeron artículos de divulgación general, entradas en blogs, informes de consultoras comerciales ni literatura sin revisión por pares.

La estrategia de búsqueda empleó términos clave en inglés y español, tales como “6G networks”, “sixth-generation wireless communication”, “terahertz communications”, “future mobile networks”, “wireless technology evolution” y “comunicaciones inalámbricas 6G”. Se aplicaron filtros de relevancia temática y se descartaron publicaciones redundantes o de contenido superficial. Una vez recopiladas las fuentes, se procedió a la lectura exhaustiva y análisis crítico de cada documento, con el fin de identificar las principales líneas de investigación, las tecnologías habilitadoras propuestas, los escenarios de aplicación previstos y los retos asociados al despliegue de la red 6G.

Durante el proceso de análisis, se agruparon los contenidos en ejes temáticos para facilitar su comparación y discusión. Estos ejes incluyeron, entre otros, la evolución histórica de las redes móviles, las características técnicas proyectadas para la 6G, las innovaciones asociadas como la inteligencia artificial integrada, la computación en el borde, la comunicación en terahercios, las nuevas arquitecturas de red, y las implicaciones sociales, regulatorias y ambientales del cambio tecnológico. Posteriormente, se elaboró una síntesis narrativa con enfoque interpretativo, articulando los hallazgos más relevantes y proponiendo conexiones entre las distintas dimensiones analizadas.

Asimismo, se procuró garantizar la objetividad y consistencia del análisis mediante la triangulación de fuentes y la revisión cruzada de los datos extraídos, asegurando que cada afirmación del artículo estuviera respaldada por evidencia empírica documentada en la literatura científica. La gestión de las referencias bibliográficas se realizó conforme a las normas APA, séptima edición, empleando un software de gestión de citas para mantener la integridad académica del trabajo.

Esta metodología permitió construir un panorama actualizado y fundamentado sobre el estado del arte de las redes 6G, aportando una visión integral de su potencial transformador y de las implicaciones tecnológicas, económicas y sociales que derivan de su futura implementación.

### 3. Resultados

#### 3.1. Avances tecnológicos en 6G

La sexta generación de redes móviles (6G) se proyecta como la infraestructura crítica de una nueva era digital caracterizada por la convergencia de tecnologías disruptivas, hiperconectividad masiva, automatización inteligente y demandas sin precedentes de rendimiento en las telecomunicaciones. A diferencia de sus predecesoras, que evolucionaron de forma incremental, la 6G representa un salto paradigmático hacia redes verdaderamente cognoscitivas, sensibles al contexto, ultraeficientes y con capacidades transformadoras en sectores clave. Su arquitectura se sustenta en tres avances tecnológicos fundamentales: el uso del espectro en frecuencias de terahercios (THz), la integración nativa de inteligencia artificial (IA) en todos los niveles de la red, y la adopción generalizada de computación distribuida como principio estructural para garantizar latencia mínima y procesamiento eficiente.

Uno de los avances más disruptivos en el diseño de las redes 6G es el aprovechamiento del espectro electromagnético en el rango de los terahercios, típicamente comprendido entre 0.1 y 10 THz. Este rango, previamente considerado inaccesible para las comunicaciones móviles debido a sus elevadas pérdidas de propagación y limitada capacidad de penetración, está siendo investigado intensamente gracias a los avances recientes en fotónica, materiales semiconductores avanzados y diseño de dispositivos nanoelectrónicos. Las bandas THz ofrecen un ancho de banda significativamente mayor que las frecuencias milimétricas utilizadas en 5G, posibilitando tasas de transmisión teóricas superiores a los 1 Tbps y una latencia en el orden de los microsegundos, condiciones ideales para habilitar aplicaciones emergentes como la holografía en tiempo real, la telepresencia háptica y los gemelos digitales interactivos (Akyildiz, Jornet, & Han, 2014).

Sin embargo, el uso de estas frecuencias impone múltiples desafíos técnicos y ambientales. La absorción atmosférica del vapor de agua y el oxígeno, así como la susceptibilidad de las ondas THz a obstáculos físicos, exigen soluciones innovadoras en ingeniería de antenas, conformación de haces (beamforming), y modelado preciso del canal de propagación. Estudios experimentales y simulaciones en entornos urbanos han demostrado que las comunicaciones THz son viables en enlaces de corto alcance y línea de vista, lo que sugiere un despliegue inicial en redes densamente distribuidas con estaciones base ubicadas estratégicamente, por ejemplo, en espacios interiores, campus industriales o entornos urbanos inteligentes (Nagatsuma, Koenig, & Priebe, 2016). Asimismo, el desarrollo de nuevos materiales como el grafeno y dispositivos fotónicos híbridos está siendo fundamental para superar las limitaciones actuales en generación, modulación y detección de señales en estos rangos de frecuencia (Song & Nagatsuma, 2011).

El segundo componente esencial de las redes 6G es la incorporación de inteligencia artificial de forma intrínseca, constituyendo lo que se ha denominado una red *AI-native*. A diferencia del modelo tradicional, donde la IA se aplica de manera periférica para tareas específicas como predicción de tráfico o análisis de fallas, en 6G la inteligencia computacional se integra directamente en los mecanismos de control, gestión y operación de la red. Esto implica que funciones como la asignación de recursos, la planificación espectral, la administración de movilidad y la detección de anomalías serán realizadas de manera autónoma por algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo entrenados con grandes volúmenes de datos contextuales.

La red 6G también será capaz de adaptar su comportamiento dinámicamente, anticiparse a los patrones de uso, autooptimizar su rendimiento y reconfigurarse en función de objetivos definidos por políticas energéticas, calidad de servicio o prioridad de usuarios. Este nivel de autonomía se habilitará mediante marcos de aprendizaje federado y redes neuronales distribuidas, en las que los dispositivos finales colaborarán en el entrenamiento de modelos sin necesidad de compartir datos sensibles, garantizando así privacidad y eficiencia (Strinati et al., 2019). Además, la IA permitirá introducir niveles avanzados de inteligencia semántica, es decir, la capacidad de interpretar el significado del tráfico de red y priorizarlo según su relevancia contextual, lo que transformará completamente los paradigmas de transmisión actuales, basados en volumen y velocidad.

El tercer pilar tecnológico de las redes 6G es la computación distribuida, que incluye tanto el *edge computing* como el *fog computing*, concebidos como soluciones fundamentales para reducir la latencia, mejorar la eficiencia energética y facilitar la toma de decisiones en tiempo real. En lugar de depender exclusivamente de centros de datos centralizados, la arquitectura 6G distribuirá capacidades de procesamiento y almacenamiento en múltiples nodos intermedios situados cerca del usuario final, lo que permitirá una respuesta más rápida a eventos críticos y una mejor gestión del ancho de banda (Díaz-Guevara et al., 2024).

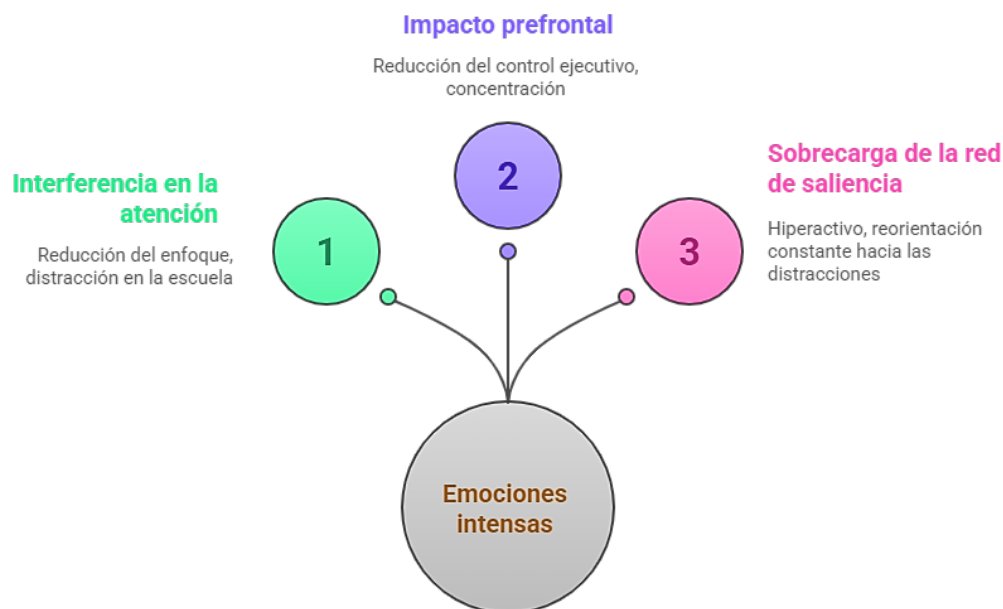
Este modelo distribuido será especialmente relevante para aplicaciones de alta sensibilidad temporal como la conducción autónoma, la robótica industrial, la telemedicina quirúrgica y los sistemas de monitoreo ambiental en tiempo real. Además, al integrarse con tecnologías como blockchain, la computación en el borde permitirá el desarrollo de sistemas de gobernanza distribuidos, resilientes y transparentes, esenciales para garantizar la seguridad, integridad y auditoría de los datos en entornos altamente interconectados (Zhang et al., 2021). Por otra parte, esta descentralización también contribuirá a reducir la huella de carbono del sistema global de telecomunicaciones, al minimizar el transporte de datos a largas distancias y promover un uso más eficiente de los recursos energéticos locales.

En conjunto, estos tres avances —comunicaciones en terahercios, inteligencia artificial nativa y computación distribuida— no solo amplían las capacidades

técnicas de las redes, sino que reconfiguran completamente su arquitectura, operación y propósito. La 6G se concibe, por tanto, no solo como una mejora de rendimiento, sino como una plataforma cognitiva y autoevolutiva capaz de sostener las demandas futuras de la economía digital, la inteligencia ambiental, y la interconexión ubicua de todo tipo de dispositivos, humanos y no humanos, en la siguiente figura 1 se ilustraran las emociones intensas pueden alterar significativamente la capacidad de atención sostenida en la infancia, afectando funciones ejecutivas y la regulación cognitiva.

### Figura 1

#### *Impacto de las emociones intensas en la atención infantil*



*Nota:* Comprender cómo las emociones interfieren con la atención permite diseñar entornos educativos más sensibles al desarrollo emocional infantil (Autores, 2025)

### 3.2. Impacto e implicaciones de 6G

La irrupción de la red 6G en el ecosistema de las telecomunicaciones representa mucho más que una mejora cuantitativa de los indicadores de rendimiento establecidos por sus predecesoras. Esta nueva generación introduce un paradigma disruptivo que entrelaza la infraestructura tecnológica con los sistemas sociales, económicos y políticos de manera sin precedentes. Su impacto debe analizarse no sólo en función de los beneficios que promete para sectores clave, sino también considerando los riesgos estructurales que conlleva en términos de equidad digital, justicia social y gobernanza tecnológica. En este marco, resulta imprescindible examinar tres ejes centrales: la transformación de sectores estratégicos mediante la adopción de tecnologías emergentes, la posible agudización o reducción de la brecha digital, y los complejos desafíos éticos y normativos que plantea la convergencia de inteligencia artificial, comunicación ubicua y autonomía sistémica.

En primer lugar, el despliegue de redes 6G provocará una reconfiguración profunda de sectores productivos, institucionales y sociales, particularmente aquellos altamente dependientes de la conectividad de alta velocidad, la latencia ultrabaja y la confiabilidad extrema. En el ámbito sanitario, por ejemplo, se vislumbra una revolución en los modelos de atención médica con la masificación de dispositivos biomédicos portables interconectados, el monitoreo de parámetros fisiológicos en tiempo real, la cirugía robótica remota con retroalimentación háptica y la creación de gemelos digitales de pacientes, que permitirán simulaciones terapéuticas personalizadas con base en inteligencia artificial (Giordani et al., 2020). En el sector educativo, la combinación de 6G con tecnologías inmersivas como la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR) y la holografía tridimensional dará paso a aulas virtuales interactivas que traspasan los límites geográficos y lingüísticos, promoviendo una pedagogía basada en la experiencia sensorial y la simulación práctica.

El sector transporte, por su parte, experimentará una integración sin precedentes de la red vehicular inteligente con infraestructuras urbanas y sistemas autónomos de navegación. La comunicación cooperativa entre vehículos (V2V), entre vehículos e infraestructura (V2I) y entre vehículos y peatones (V2P) será gestionada en tiempo real por la red 6G, asegurando trayectorias óptimas, prevención de colisiones y reducción drástica del tiempo de respuesta en situaciones críticas (Zhang et al., 2019). En la industria manufacturera, la automatización total mediante robots conectados, gemelos digitales de procesos y mantenimiento predictivo basado en datos en la nube permitirá una transición hacia fábricas inteligentes (*smart factories*) con una eficiencia operativa sin precedentes.

Sin embargo, este avance tecnológico plantea el riesgo real de profundizar las desigualdades existentes en el acceso, apropiación y beneficios derivados de las tecnologías digitales, alimentando nuevas formas de exclusión tecnológica. La llamada brecha digital, lejos de ser superada, puede adquirir una nueva dimensión en el contexto 6G, dada la complejidad de su infraestructura, los elevados costos de despliegue y la demanda de capacidades técnicas especializadas para su implementación y mantenimiento. Las regiones rurales, los países en desarrollo y los grupos históricamente marginados corren el riesgo de quedar rezagados frente a los centros urbanos altamente tecnologizados, generando un fenómeno de “dualización digital” que consolida la concentración de capacidades tecnológicas y económicas en polos geográficos específicos (Unwin, 2017).

En este sentido, la disponibilidad de 6G podría generar una paradoja: al tiempo que amplía las fronteras de lo posible en términos de conectividad, también exacerba las barreras estructurales que impiden su adopción masiva. Esta situación exige la formulación de políticas públicas inclusivas que garanticen no solo el acceso físico a la infraestructura, sino también la alfabetización digital, la capacitación técnica y la creación de marcos institucionales que promuevan una participación equitativa

en la economía digital. De lo contrario, 6G podría convertirse en un acelerador de desigualdades, concentrando los beneficios tecnológicos en una minoría globalmente conectada (OECD, 2023).

Desde una perspectiva normativa y ética, las redes 6G introducen dilemas sustantivos que requieren una respuesta articulada entre múltiples disciplinas, actores y jurisdicciones. El despliegue de tecnologías con capacidades autónomas de decisión, la recopilación masiva de datos personales en tiempo real, y la incorporación de inteligencia artificial en procesos sensibles como la salud, la movilidad o la seguridad pública, configuran un escenario en el que los marcos regulatorios tradicionales resultan insuficientes. La toma de decisiones algorítmica basada en modelos opacos, no auditables y entrenados con conjuntos de datos no representativos puede reproducir y amplificar sesgos, generar resultados discriminatorios y socavar los principios de justicia, transparencia y rendición de cuentas (Floridi et al., 2018).

Además, la estructura distribuida y descentralizada de la red 6G, en la que múltiples nodos inteligentes actúan en cooperación sin control centralizado, complica la asignación de responsabilidades legales en caso de errores, fallas o daños. Surge así la necesidad de nuevos marcos normativos capaces de responder a los desafíos de la gobernanza algorítmica, la interoperabilidad entre dispositivos autónomos, la protección de la privacidad y la seguridad cibernética en entornos de comunicación ubicua. La protección de datos personales, en particular, será uno de los ejes más sensibles del debate regulatorio, ya que los sensores distribuidos en el entorno y los dispositivos portátiles recopilarán información continua sobre los comportamientos, emociones y estados fisiológicos de los usuarios, lo que podría facilitar formas de vigilancia intrusiva o manipulación conductual si no se establecen salvaguardias adecuadas (Latonero, 2018).

Por tanto, es indispensable incorporar desde las etapas tempranas del diseño e implementación de 6G principios éticos sólidos, que incluyan el respeto a la dignidad humana, la inclusión digital, la no discriminación y la protección de los derechos fundamentales. La ética por diseño, los algoritmos auditables, las evaluaciones de impacto social y el control ciudadano sobre los datos son mecanismos imprescindibles para garantizar que la transformación digital impulsada por 6G sea compatible con una sociedad equitativa, libre y sostenible.

#### 4. Discusión

La evolución hacia la sexta generación de redes móviles no puede entenderse únicamente como una transición tecnológica lineal orientada al incremento del rendimiento de los sistemas de comunicación inalámbrica. Más allá de los aspectos técnicos, el desarrollo de 6G configura un fenómeno complejo de naturaleza socio-técnica, cuyas implicaciones se extienden a múltiples dominios: desde la reorganización de las infraestructuras digitales hasta la reformulación de los marcos

normativos y éticos que regulan la interacción entre tecnología y sociedad. En este contexto, la discusión sobre 6G requiere un enfoque integrador, que articule tanto los desafíos científicos y de ingeniería como las transformaciones culturales, económicas y políticas que este paradigma emergente conlleva.

Desde el punto de vista tecnológico, los avances en el uso del espectro de frecuencias en terahercios (THz), la inteligencia artificial nativa en redes y la computación distribuida representan un cambio de paradigma en la concepción y operación de los sistemas de telecomunicación. Estos elementos no actúan de forma aislada, sino en sinergia, potenciando capacidades que habilitan nuevos escenarios de uso con exigencias inéditas en términos de latencia, velocidad, eficiencia energética y adaptabilidad. Las frecuencias THz, por ejemplo, permiten tasas de transmisión del orden de los terabits por segundo, lo cual habilita aplicaciones como la holografía interactiva y la telepresencia háptica, aunque su adopción masiva depende de superar complejos desafíos relacionados con la propagación de señal, la atenuación atmosférica y la miniaturización de los dispositivos emisores y receptores (Nagatsuma, Koenig, & Priebe, 2016; Song & Nagatsuma, 2011).

Por otro lado, la incorporación de algoritmos de inteligencia artificial directamente en el plano de control de la red —un concepto conocido como AI-native networks— permite una gestión autónoma, proactiva y adaptativa del entorno de comunicaciones. Esto implica que la red no solo reacciona a condiciones cambiantes, sino que es capaz de anticipar comportamientos, optimizar el uso de recursos en tiempo real y aprender de manera continua a través de mecanismos de aprendizaje federado y descentralizado (Strinati et al., 2019). Estas capacidades, sin embargo, traen consigo dilemas vinculados a la opacidad de los modelos de decisión, el potencial sesgo algorítmico y la ausencia de marcos normativos que regulen de manera clara la responsabilidad de los sistemas automatizados en contextos críticos, como la salud o la movilidad urbana (Floridi et al., 2018).

La computación distribuida constituye el tercer eje que define la arquitectura funcional de la red 6G. Su despliegue a través de estructuras edge y fog permite acercar el procesamiento de datos al usuario final, reduciendo latencias, aumentando la seguridad y optimizando el uso del ancho de banda. Esta descentralización es esencial para soportar aplicaciones que requieren una respuesta instantánea, como la conducción autónoma, la industria 4.0 o las redes de sensores en tiempo real (Zhang et al., 2021). No obstante, el modelo distribuido impone retos en términos de interoperabilidad, coordinación multi-nodo y ciberseguridad, los cuales exigen un rediseño profundo de los protocolos de comunicación, autenticación y gestión de identidades digitales.

Al trasladar el análisis al plano socioeconómico, la discusión se complejiza aún más. Si bien 6G se presenta como una tecnología habilitadora de transformación sectorial, capaz de impactar positivamente en ámbitos como la salud, la educación

y el transporte, también puede profundizar las brechas ya existentes entre países, regiones y grupos sociales. El acceso desigual a las infraestructuras, la disponibilidad limitada de dispositivos compatibles, la falta de formación técnica y la concentración de capacidades en centros de innovación del norte global configuran un escenario en el que los beneficios del nuevo ecosistema digital podrían concentrarse en una élite tecnológicamente privilegiada, ampliando la denominada “brecha digital de segunda generación” (Unwin, 2017; OECD, 2023).

La inclusión digital, entendida no solo como acceso físico, sino como apropiación significativa y equitativa de las tecnologías, debe ser un eje prioritario en el diseño de políticas públicas que acompañen la transición hacia 6G. La elaboración de marcos regulatorios inclusivos, la inversión en infraestructura en zonas marginadas y la formación de talento local en capacidades digitales avanzadas resultan esenciales para evitar una nueva oleada de exclusión, que podría consolidar un modelo digital dual en el que unos pocos concentren el control y el acceso a la inteligencia conectiva mientras amplios sectores permanecen desconectados o subconectados.

Asimismo, el carácter ubicuo, autónomo y contextualmente inteligente de las redes 6G plantea cuestionamientos éticos de alta complejidad. La recopilación y procesamiento continuo de datos sensoriales, conductuales y biométricos, posibilitada por sensores embebidos, dispositivos portables e infraestructura ambiental inteligente, genera una exposición permanente del individuo a mecanismos de vigilancia y control. Esta condición puede poner en tensión principios fundamentales como la privacidad, la autonomía y la libertad de decisión, sobre todo si los marcos legales no evolucionan al mismo ritmo que la tecnología (Latonero, 2018).

Frente a esta realidad, resulta imprescindible avanzar hacia modelos de gobernanza algorítmica que incorporen principios de transparencia, rendición de cuentas y justicia social. Esto implica establecer estándares internacionales para la trazabilidad de decisiones algorítmicas, auditorías independientes de los sistemas inteligentes, y mecanismos de participación ciudadana en el diseño y evaluación de tecnologías emergentes. En última instancia, la legitimidad de la transición hacia 6G dependerá no solo de su eficiencia técnica, sino de su capacidad para integrarse de forma ética, inclusiva y sostenible en el tejido social global (Díaz-Guevara et al., 2024).

## 5. Conclusiones

La revisión exhaustiva sobre la evolución hacia redes 6G y su potencial transformador en las comunicaciones permite concluir que esta nueva generación tecnológica constituye no solo un hito en la progresión técnica de los sistemas inalámbricos, sino también un punto de inflexión que redefinirá las dinámicas de interacción entre individuos, dispositivos, infraestructuras y datos. Los pilares

tecnológicos sobre los que se construye 6G —el uso de frecuencias terahercios, la inteligencia artificial integrada y la computación distribuida— no representan simplemente mejoras incrementales, sino elementos fundacionales de una arquitectura de red autónoma, cognitiva y ubicua, capaz de responder a exigencias de hiperconectividad en tiempo real y adaptabilidad contextual.

La capacidad de 6G para transformar sectores clave como la salud, el transporte, la educación y la industria es incuestionable. Sin embargo, este potencial disruptivo también conlleva riesgos sistémicos que no pueden ser ignorados. Entre ellos, destaca la posibilidad de una ampliación de la brecha digital, derivada de desigualdades en infraestructura, acceso a dispositivos avanzados, alfabetización tecnológica y capacidad de adopción institucional. Estas disparidades podrían consolidar un nuevo tipo de exclusión, donde los beneficios de la conectividad avanzada estén limitados a geografías y sectores privilegiados.

Asimismo, los desafíos éticos y normativos que plantea la integración masiva de inteligencia artificial y sistemas autónomos en entornos críticos exigen una revisión profunda de los marcos legales, así como la incorporación de principios de equidad, transparencia, trazabilidad y justicia en el diseño y despliegue de estas tecnologías. La gobernanza responsable de 6G requerirá no solo cooperación técnica, sino también un compromiso firme con la protección de derechos fundamentales, la sostenibilidad social y ambiental, y la participación democrática en las decisiones tecnológicas.

En definitiva, el despliegue de redes 6G debe ser concebido como un proyecto colectivo e interdisciplinario que trascienda la ingeniería para articular una visión de futuro inclusiva, ética y sostenible. Solo mediante una planificación consciente y regulaciones proactivas será posible garantizar que 6G no sea únicamente un avance en velocidad y capacidad, sino una infraestructura de transformación positiva para el desarrollo humano global.

## CONFLICTO DE INTERESES

**“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.**

## Referencias Bibliográficas

- Akyildiz, I. F., Jornet, J. M., & Han, C. (2014). Terahertz band: Next frontier for wireless communications. *Physical Communication*, 12, 16–32. <https://doi.org/10.1016/j.phycom.2014.01.006>
- Boné-Andrade, M. F., Núñez-Freire, L. A., Guamán-Chávez, R. E., Mendoza-Loor, J. J., Ramírez-Carrillo, V. O., Acurio-Díaz, R. S., Mosquera-Romero, J. D., Padilla-Gallegos, B. A., Mendoza-García, N. J., Quel-Martínez, D. A., Gongora-Cheme, R. K., Loor-Ferrín, A. J., Zambrano-Quito, A. J., Cedeño-Loja, R. R., Quiñonez-Medrandá, R., Zambrano-Intriago, A. J., Satuquinga-Delgado, M. K., Guerrero-Freire, E. I., Chamorro-Quiñónez, J. G., Jacome-Vélez, T. G., López, M. C., Jácome-Vélez, T. G., & Cruel-Preciado, P. I. (2024).

*Gestión Inteligente Sinergias en las Tecnologías de la Información y Comunicación*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.107>

- Castelo-Vinueza, E. M. (2025). Problemas de la investigación tecnológica y su aplicación en la generación de innovación. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(1), 146–160. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n1/166>
- Chowdhury, M. Z., Shahjalal, M., Hasan, M., & Jang, Y. M. (2020). 6G wireless communication systems: Applications, requirements, technologies, challenges, and research directions. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 1, 957–975. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2020.3010270>
- Dang, S., Amin, O., Shihada, B., & Alouini, M. S. (2020). What should 6G be? *Nature Electronics*, 3(1), 20–29. <https://doi.org/10.1038/s41928-019-0355-6>
- Díaz-Guevara, N. C., Miranda-Salvatierra, K. T., & Mateo-Washbrum, I. A. (2024). Perspectivas y desafíos de las redes 6G para el Internet de las cosas. *Revista UGC*, 2(3), 72–80. <https://universidadugc.edu.mx/ojs/index.php/rugc/article/view/56>
- Erazo-Luzuriaga, A. F. (2024). Integración de las TICs en el aula: Un análisis de su impacto en el rendimiento académico. *Revista Científica Zambos*, 3(1), 56–72. <https://doi.org/10.69484/rcz/v3/n1/12>
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- Galarza-Sánchez, P. C. (2023). Adopción de Tecnologías de la Información en las PYMEs Ecuatorianas: Factores y Desafíos. *Revista Científica Zambos*, 2(1), 21-40. <https://doi.org/10.69484/rcz/v2/n1/36>
- Galarza-Sánchez, P. C., Agualongo-Yazuma, J. C., & Jumbo-Martínez, M. N. (2022). Innovación tecnológica en la industria de restaurantes del Cantón Pedro Vicente Maldonado. *Journal of Economic and Social Science Research*, 2(1), 31–43. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v2/n1/45>
- Giordani, M., Polese, M., Mezzavilla, M., Rangan, S., & Zorzi, M. (2020). Toward 6G networks: Use cases and technologies. *IEEE Communications Magazine*, 58(3), 55–61. <https://doi.org/10.1109/MCOM.001.1900411>
- Latonero, M. (2018). Governing artificial intelligence: Upholding human rights & dignity. *Data & Society Research Institute*. [https://datasociety.net/wp-content/uploads/2018/10/DataSociety\\_Governing\\_Artificial\\_Intelligence\\_Upholding\\_Human\\_Rights.pdf](https://datasociety.net/wp-content/uploads/2018/10/DataSociety_Governing_Artificial_Intelligence_Upholding_Human_Rights.pdf)

- Nagatsuma, T., Koenig, S., & Priebe, S. (2016). Advances in terahertz communications accelerated by photonics. *Nature Photonics*, 10(6), 371–379. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2016.65>
- OECD. (2023). *Bridging the Digital Divide: Inclusion and Digital Skills in the Age of AI*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Saad, W., Bennis, M., & Chen, M. (2020). A vision of 6G wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems. *IEEE Network*, 34(3), 134–142. <https://doi.org/10.1109/MNET.001.1900287>
- Sánchez-Caguana, D. F., Philco-Reinozo, M. A., Salinas-Arroba, J. M., & Pico-Lescano, J. C. (2024). Impacto de la Inteligencia Artificial en la Precisión y Eficiencia de los Sistemas Contables Modernos. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(3), 1–12. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n3/117>
- Solano-Gutiérrez, G. A. (2024). La Tecnología en la Educación a Distancia: Revisión de Progresos y Obstáculos a Superar. *Revista Científica Zambos*, 3(2), 48–73. <https://doi.org/10.69484/rcz/v3/n2/17>
- Solano-Gutiérrez, G. A., Núñez-Freire, L. A., Mendoza-Loor, J. J., Choez-Calderón, C. J., & Montañó-Cabezas, L. J. (2023). *Evolución del Computador: desde el ABC de su Arquitectura hasta la Construcción de una PC Gamer*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.24>
- Song, H.-J., & Nagatsuma, T. (2011). Present and future of terahertz communications. *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*, 1(1), 256–263. <https://doi.org/10.1109/TTHZ.2011.2159552>
- Strinati, E. C., Barbarossa, S., Gonzalez-Jimenez, J. L., Ktenas, D., Cassiau, N., Maret, L., & Dehos, C. (2019). 6G: The next frontier: From holographic messaging to AI-driven communication environments. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 14(3), 42–50. <https://doi.org/10.1109/MVT.2019.2921162>
- Unwin, T. (2017). *Reclaiming Information and Communication Technologies for Development*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198795292.001.0001>
- You, L., Zhang, J., Jin, S., Wu, Y., & Kim, D. I. (2020). Towards 6G wireless communication networks: Vision, enabling technologies, and new paradigm shifts. *Science China Information Sciences*, 64(1), 1–74. <https://doi.org/10.1007/s11432-020-2955-6>
- Zhang, Z., Xiao, Y., Ma, Z., Xiao, M., Ding, Z., Lei, X., ... & Poor, H. V. (2019). 6G wireless networks: Vision, requirements, architecture, and key technologies. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 14(3), 28–41. <https://doi.org/10.1109/MVT.2019.2921208>