

DESAFÍOS CONTEMPORÁNEOS

DE LA INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIA



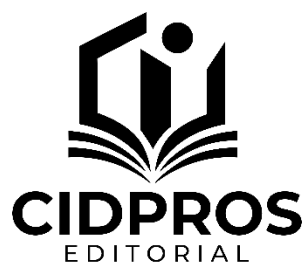
**Kened Game Coello, Roosevelt Garces Patiño,
Gioconda Imbaquingo Vega, Martha Vergara
Castillo, Carlos Mendoza González, Génesis
Cedeño Casquete, Víctor Uyana Narváez,
Geraldine Davila Gonzabay, Carlos Carrion
García, Mónica Andrade Rodríguez & Norma
Castillo Castillo**



CIDPROS
EDITORIAL

Desafíos contemporáneos de la investigación interdisciplinaria

**Kened Eduardo Game Coello, Roosevelt Patricio Garces
Patiño, Gioconda Alejandra Imbaquingo Vega, Martha
Alexandra Vergara Castillo, Carlos Jefferson Mendoza
González, Génesis Cecilia Cedeño Casquete, Víctor Alfonso
Uyana Narváez, Geraldine Maithe Davila Gonzabay, Carlos
Humberto Carrion García, Mónica Alexandra Andrade
Rodríguez & Norma Piedad Castillo Castillo.**



Datos bibliográficos

ISBN	978-9907-848-00-7
Título del libro	Desafíos contemporáneos de la investigación interdisciplinaria
Autores	Kened Eduardo Game Coello Roosevelth Patricio Garces Patiño Gioconda Alejandra Imbaquingo Vega Martha Alexandra Vergara Castillo Carlos Jefferson Mendoza González Génesis Cecilia Cedeño Casquete Víctor Alfonso Uyana Narváez Geraldine Maithe Davila Gonzabay Carlos Humberto Carrion García Mónica Alexandra Andrade Rodríguez Norma Piedad Castillo Castillo
Editorial	CIDPROS EDITORIAL
Materia	001.4 - Investigación
Público objetivo	Profesional / académico
Año	2026
Número de edición	1
Tamaño	3,27Mb
Soporte	Libro digital descargable
Formato	PDF (.pdf)
Idioma	Español
DOI	https://doi.org/10.67166/gxhp5d96 Hecho en Ecuador / Made in Ecuador

Autores

Kened Eduardo Game Coello

Investigador Independiente

kenedgame@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7773-8992>

Milagro, Guayas, Ecuador

Roosevelth Patricio Garces Patiño

Investigador Independiente

roosevelthg1989@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-5538-0569>

Quito, Pichincha, Ecuador

Gioconda Alejandra Imbaquingo Vega

Universidad Politécnica Salesiana

gaiv2306@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-4615-7336>

Quito, Pichincha, Ecuador

Martha Alexandra Vergara Castillo

Investigadora Independiente

alexa_vergara@outlook.com

<https://orcid.org/0009-0006-9661-9482>

Quito, Pichincha, Ecuador

Carlos Jefferson Mendoza González

Universidad Estatal Península de Santa Elena

cmendoza@upse.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0330-896X>

Salinas, Santa Elena, Ecuador

Génesis Cecilia Cedeño Casquete

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, PUCE Ambato

psic.genesiscedeno@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2597-7179>

Portoviejo, Manabí, Ecuador

Víctor Alfonso Uyana Narváez

Investigador Independiente

victoruyan@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-8806-9481>

Quito, Pichincha, Ecuador

Geraldine Maithe Davila Gonzabay

Investigadora Independiente

themay_99@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-5333-9892>

Guayaquil, Guayas, Ecuador

Carlos Humberto Carrion García

Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE)

1972machy@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-5108-7474>

Guayaquil, Guayas, Ecuador

Mónica Alexandra Andrade Rodríguez

Investigadora Independiente

alexarodriguez.10.77@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-7048-371X>

Cuenca, Azuay, Ecuador

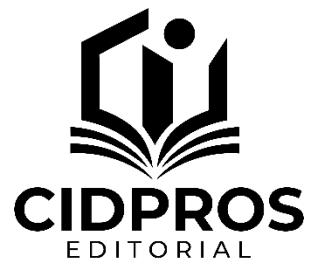
Norma Piedad Castillo Castillo

Investigadora Independiente

normap.castillo@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0008-3103-9748>

El Tambo, Cañar, Ecuador



El contenido y las ideas expuestas en esta obra se encuentran protegidos por la normativa vigente en materia de propiedad intelectual y constituyen derechos exclusivos de su(s) autor(es).

Todos los derechos reservados © 2026

SINOPSIS

La investigación interdisciplinaria se ha consolidado como una estrategia fundamental para comprender y enfrentar los desafíos complejos que caracterizan a la sociedad contemporánea. Este libro analiza la evolución conceptual, epistemológica y metodológica de la interdisciplinariedad, destacando su papel en la integración de conocimientos provenientes de distintas disciplinas para abordar problemas que exceden los límites de los enfoques tradicionales. A lo largo de la obra se examinan los fundamentos históricos de la investigación interdisciplinaria, las diferencias entre multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, así como los procesos de integración del conocimiento y las competencias necesarias para el trabajo colaborativo. Asimismo, se estudia la relación entre complejidad y producción científica, enfatizando la importancia de la interdisciplinariedad para comprender fenómenos globales como el cambio climático, la pobreza, las crisis sanitarias, la sostenibilidad ambiental y la transformación tecnológica. El libro también aborda la contribución de los enfoques interdisciplinarios al desarrollo sostenible, la formulación de políticas basadas en evidencia y la toma de decisiones en contextos de incertidumbre. Finalmente, se analizan experiencias exitosas de colaboración científica que evidencian el potencial de la integración disciplinaria para generar innovación, producir conocimiento socialmente relevante y responder de manera más efectiva a los retos del siglo XXI. En conjunto, la obra plantea que el futuro de la investigación dependerá cada vez más de la capacidad para construir puentes entre disciplinas, instituciones y actores sociales, fortaleciendo modelos de producción de conocimiento orientados a la resolución de problemas complejos y al desarrollo sostenible.

Palabras clave: Interdisciplinariedad; complejidad; integración del conocimiento; desarrollo sostenible; investigación colaborativa.

Índice

SINOPSIS	8
Introducción.....	11
Capítulo 1 Surgimiento de la interdisciplinariedad en la ciencia	15
Diferencias entre multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad	16
Evolución histórica de la investigación colaborativa	19
Bases epistemológicas de la integración del conocimiento.....	22
Importancia de la interdisciplinariedad en la actualidad	25
Capítulo 2 Complejidad y resolución de problemas contemporáneos	28
Problemas complejos en la sociedad actual.....	29
Investigación interdisciplinaria para el desarrollo sostenible.....	34
Cambio climático, salud y pobreza como retos globales.....	40
Integración de enfoques científicos para la toma de decisiones.....	46
Casos exitosos de investigación interdisciplinaria	52
Capítulo 3 Innovación, tecnología y convergencia científica.....	59
Transformación digital de la investigación	60
Inteligencia artificial como herramienta interdisciplinaria.....	63
Tecnologías emergentes para la producción científica.....	68
Innovación basada en la convergencia del conocimiento.....	71
Capítulo 4 Gestión y colaboración en equipos interdisciplinarios	76
Construcción de redes de investigación.....	77
Liderazgo en proyectos interdisciplinarios.....	84
Comunicación entre disciplinas.....	90
Gestión de equipos interdisciplinarios en la ciencia contemporánea	97
Barreras y oportunidades en la cooperación científica.....	102
Capítulo 5 Perspectivas futuras de la investigación interdisciplinaria	110
Ciencia abierta e investigación colaborativa	111

Internacionalización de la investigación.....	114
Nuevos modelos de generación de conocimiento	118
Retos éticos de la interdisciplinariedad	122
Tendencias futuras de la investigación global.....	125
Bibliografía.....	129

Introducción

La investigación interdisciplinaria ha dejado de ser una promesa periférica para convertirse en una exigencia central de la producción contemporánea de conocimiento. En la literatura reciente, la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad aparecen asociadas de manera reiterada a la resolución de problemas complejos, muchas veces descritos como *wicked problems*, es decir, desafíos cuya estructura rebasa los límites de una sola disciplina, una sola metodología y, en no pocos casos, incluso una sola comunidad de expertos. Los debates actuales sitúan esta transformación en campos tan diversos como la sostenibilidad, la salud pública, la gobernanza ambiental, la educación superior, la innovación tecnológica y la evaluación de la ciencia. Esa centralidad no es meramente retórica: responde al reconocimiento de que fenómenos como la crisis climática, las pandemias, la digitalización intensiva, la transición energética o la gobernanza de la inteligencia artificial no pueden comprenderse ni gestionarse adecuadamente desde marcos disciplinares aislados.

Sin embargo, cuanto mayor es el consenso sobre la necesidad de cruzar fronteras disciplinares, más visibles se vuelven las tensiones que esa aspiración produce. La literatura científica reciente coincide en que la investigación interdisciplinaria ofrece un gran potencial heurístico y social, pero también impone costes cognitivos, organizativos, institucionales y afectivos. Los equipos interdisciplinares deben aprender a comunicarse a través de vocabularios distintos, ritmos desiguales de trabajo, jerarquías de prestigio, metodologías no equivalentes y concepciones divergentes sobre qué cuenta como evidencia, explicación, validez o impacto. En otras palabras, la interdisciplinariedad no es solo una suma de saberes: es una práctica de traducción, negociación y, muchas veces, de conflicto epistemológico.

La situación se vuelve todavía más compleja cuando se observan las condiciones institucionales bajo las cuales debe desarrollarse ese trabajo. Diversos estudios recientes muestran que la academia contemporánea sigue organizada en gran medida por lógicas disciplinares: departamentos, comités de contratación, criterios de promoción, métricas de productividad, canales de publicación y esquemas de financiación que, aun cuando proclaman apoyar la interdisciplinariedad, continúan premiando trayectorias más legibles desde la especialización tradicional. En ese contexto, la literatura de 2024 y 2025 ha descrito con claridad una paradoja: la interdisciplinariedad es celebrada a nivel estratégico, pero a menudo precarizada a nivel profesional.

A esta paradoja se añade otra más sutil. Los estudios contemporáneos insisten en que ni siquiera existe una definición única y pacífica de lo interdisciplinario. La revisión de Sell y colaboradores en salud pública mostró que, aun tratándose de un ámbito donde el trabajo entre disciplinas se invoca constantemente, las definiciones explícitas de multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad son relativamente escasas y marcadamente heterogéneas. De forma paralela, Vienni-Baptista y colegas sostienen que esa heterogeneidad no debe entenderse solo como un problema terminológico, sino también como un activo, porque expresa la diversidad de fines, contextos y tradiciones en los que se movilizan esos conceptos. El debate contemporáneo, por tanto, ya no gira únicamente en torno a si la interdisciplinariedad es deseable, sino en torno a cómo definirla, cómo practicarla, cómo enseñarla, cómo evaluarla y cómo sostenerla institucionalmente.

Este libro parte precisamente de ese punto de inflexión. Su propósito no es idealizar la interdisciplinariedad ni reducirla a un eslogan asociado a la innovación. Aspira, más bien, a examinarla como una forma de trabajo intelectual históricamente situada, conceptualmente plural, metodológicamente exigente e institucionalmente disputada. Hablar hoy de desafíos contemporáneos de la investigación interdisciplinaria implica reconocer, simultáneamente, su necesidad estratégica y sus fricciones estructurales. Implica admitir que la integración del conocimiento no ocurre de manera espontánea, que la colaboración no equivale automáticamente a síntesis, y que los puentes entre disciplinas deben construirse con competencias específicas, dispositivos organizativos apropiados y una reflexión epistemológica sostenida.

La literatura más reciente aporta, además, matices decisivos. Estudios basados en grandes corpus bibliográficos y análisis computacionales muestran que la interdisciplinariedad no es una rareza marginal en la ciencia actual. Un trabajo de 2025 que analizó 136 millones de resúmenes indicó que aproximadamente una cuarta parte de la literatura de las disciplinas examinadas podía considerarse interdisciplinaria. Otro estudio de 2024, centrado en la estructura temática de trabajos de alta citación, identificó núcleos de conocimiento interdisciplinario ligados al marco conceptual y al impacto social de la interdisciplinariedad, a la atención multidisciplinar en oncología y rehabilitación, a los cuidados relacionados con COVID-19 y a la convergencia entre inteligencia artificial, optimización e industria. Estos resultados sugieren que la interdisciplinariedad no solo se

ha extendido, sino que se ha insertado en zonas de alto dinamismo científico y tecnológico.

Pero la expansión cuantitativa no resuelve la cuestión cualitativa. La investigación reciente ha mostrado que no toda interdisciplinariedad es evaluada del mismo modo. Un estudio publicado en 2025 sobre 128.950 manuscritos enviados a 62 revistas STEM halló que una mayor interdisciplinariedad en la base de conocimiento, medida a través de las referencias, se asociaba con mayores probabilidades de aceptación, mientras que una mayor interdisciplinariedad temática, medida a partir de título y resumen, tendía a reducir esa probabilidad. El hallazgo es particularmente revelador porque muestra que la comunidad científica no valora de forma homogénea todas las formas de cruce disciplinar. Algunas son percibidas como enriquecimiento cognitivo; otras, como desafío a las fronteras simbólicas del campo.

La pregunta decisiva, entonces, no es si la interdisciplinariedad existe, sino bajo qué condiciones logra producir conocimiento robusto, inteligible y socialmente relevante. La respuesta que se perfila en la literatura reciente apunta a tres dimensiones convergentes. La primera es epistemológica: integrar saberes exige reconocer la pluralidad de sus presupuestos y construir mecanismos de mediación. La segunda es organizativa: los equipos necesitan liderazgo distribuido, confianza, claridad de roles, modelos mentales compartidos y herramientas de coordinación. La tercera es institucional: sin cambios en financiamiento, evaluación, carrera académica y formación, la interdisciplinariedad seguirá pidiéndose como ideal sin consolidarse como práctica sostenible.

Este volumen se inscribe en ese horizonte. Su objetivo general es ofrecer una comprensión rigurosa de la investigación interdisciplinaria como proceso de integración del conocimiento, forma de colaboración y respuesta a la complejidad contemporánea. El libro parte de los fundamentos y de la evolución histórica del campo, avanza hacia las metodologías y tensiones operativas de la investigación colaborativa, y culmina en los desafíos de evaluación, legitimidad, reconocimiento y futuro institucional. En vez de presentar la interdisciplinariedad como un territorio ya estabilizado, la asume como una práctica en construcción, donde se cruzan tradiciones científicas, intereses sociales, políticas de investigación y debates filosóficos sobre la naturaleza misma del conocimiento.

El primer capítulo, que se desarrolla a continuación, cumple una función fundacional. Examina el surgimiento de la interdisciplinariedad en la ciencia, delimita las diferencias entre multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, revisa la evolución de la investigación colaborativa, expone las bases epistemológicas de la integración del conocimiento y argumenta por qué la interdisciplinariedad se ha vuelto una condición crítica para la investigación actual. Su propósito no es solo definir conceptos, sino mostrar por qué esas definiciones importan, cómo se conectan con las prácticas reales de investigación y de qué manera estructuran posibilidades y límites en la ciencia contemporánea.

Capítulo

1

Surgimiento de la interdisciplinariedad en la ciencia



Diferencias entre multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad

Uno de los principales hallazgos de la literatura reciente es que las tres nociones más utilizadas para describir el trabajo entre campos —multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad— siguen empleándose con frecuencia de forma ambigua. La revisión de Sell y colaboradores sobre la fuerza de trabajo en salud pública encontró que, de 324 artículos revisados, solo 44 proporcionaban una definición de estos conceptos, y que esas definiciones eran escasas, heterogéneas y parcialmente superpuestas. Los autores concluyen que las tres nociones no deberían interpretarse como mutuamente excluyentes, sino como complementarias, cada una con sus méritos, costes e implicaciones prácticas. Esta advertencia es decisiva, porque obliga a abandonar las taxonomías rígidas y a reconocer que las fronteras entre estas formas de colaboración son analíticas antes que absolutas (Bachelard, 1938).

Aun así, es posible establecer distinciones operativas útiles. La multidisciplinariedad suele designar la coexistencia de varias disciplinas alrededor de un objeto común sin que necesariamente se modifiquen sus marcos conceptuales internos. Es una forma de proximidad más que de integración: cada disciplina aporta su punto de vista, pero lo hace conservando su autonomía metodológica y sus criterios de validación (Cabrera y Cepeda, 2022). En contextos de salud, educación o gestión de riesgos, este arreglo puede ser muy productivo porque permite reunir competencias diversas con relativa rapidez. Su ventaja radica en la amplitud del abordaje; su límite, en la posibilidad de que el resultado final sea una mera adición de perspectivas paralelas.

La interdisciplinariedad, en cambio, exige un paso adicional. No se conforma con la copresencia de disciplinas, sino que busca relaciones más densas entre conceptos, métodos, datos y marcos interpretativos (Callirgos et al., 2022; Abarca, 2025). En esta lógica, el conocimiento producido ya no pertenece enteramente a una sola tradición disciplinar, porque ha debido ser reformulado en el proceso mismo de articulación. La revisión de Rana en educación doctoral muestra que este tipo de enfoque se asocia a beneficios como versatilidad de habilidades, mayor capacidad de adaptación investigadora y un abordaje más holístico de preguntas complejas, aunque también enfrenta barreras culturales, comunicativas e institucionales. La interdisciplinariedad, por

tanto, es una forma de integración que transforma a quienes participan en ella y modifica el modo en que el problema es planteado.

La transdisciplinariedad va todavía más allá, porque amplía el radio de integración hacia actores, saberes y prácticas que no se reducen al mundo académico. Hoffmann y Vienni-Baptista recuerdan que la investigación inter y transdisciplinaria es valorada precisamente por su capacidad de cruzar no solo límites entre disciplinas, sino también límites entre ciencia, política y práctica. La narrativa reciente sobre transdisciplinariedad insiste en la coproducción del conocimiento, el aprendizaje mutuo, la reflexividad y el trabajo con problemas situados. El objetivo no es únicamente integrar saberes académicos, sino construir marcos de acción y comprensión que incorporen experiencias profesionales, territoriales, institucionales y comunitarias (Falcón y Serpa, 2021).

Tabla 1

Diferencias entre multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad

Aspecto	Multidisciplinariedad	Interdisciplinariedad	Transdisciplinariedad
Relación entre disciplinas	Colaboración paralela	Integración de conocimientos y métodos	Integración de disciplinas y saberes extraacadémicos
Nivel de interacción	Bajo a moderado	Alto	Muy alto
Producción de conocimiento	Aportes independientes	Construcción conjunta de conocimiento	Coproducción de conocimiento con actores sociales
Participantes	Especialistas de distintas disciplinas	Equipos interdisciplinarios	Académicos, profesionales, comunidades y tomadores de decisiones
Resultado esperado	Visión amplia del problema	Comprensión integral del fenómeno	Soluciones contextualizadas y

Aspecto	Multidisciplinariedad	Interdisciplinariedad	Transdisciplinariedad
			aplicables a problemas complejos

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura reciente sobre multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.

La diferencia, entonces, no puede resumirse en una jerarquía simplista donde la multidisciplinariedad sería “menos” que la interdisciplinariedad y esta “menos” que la transdisciplinariedad. La bibliografía reciente desaconseja ese tipo de lectura lineal. Más bien conviene pensar estas modalidades como distintos grados y formas de articulación: agregación coordinada en el caso multidisciplinar, integración cognitiva más fuerte en el caso interdisciplinar, y coproducción ampliada con actores extraacadémicos en el caso transdisciplinar. Qué modalidad es más pertinente depende del tipo de problema, del horizonte temporal, de la estructura del equipo y del resultado esperado (Fochler et al., 2025).

La revisión narrativa sobre transdisciplinariedad en educación publicada en 2025 resulta muy ilustrativa en este punto. Custodio-Ferrando y Cabero-Fayos sostienen que la transdisciplinariedad permite integrar formas diversas de conocimiento y conectar el aprendizaje abstracto con experiencias significativas y contextualizadas (Morin, 1999). Esa formulación refuerza la idea de que la transdisciplinariedad no consiste simplemente en “añadir más disciplinas”, sino en modificar la relación entre conocimiento, contexto y acción. De ahí que su desarrollo esté particularmente vinculado a sostenibilidad, diseño curricular, resolución de problemas complejos y formación ciudadana.

No obstante, la teoría reciente también ha advertido contra el afán de fijar definiciones excesivamente cerradas. Vienni-Baptista y colaboradores argumentan que existe una desconexión importante entre la pluralidad de significados presentes en la literatura académica y las definiciones simplificadas que suelen emplearse en documentos de política científica y financiamiento. Para estos autores, la heterogeneidad en las definiciones constituye un activo, porque permite que la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad se adapten a distintos contextos de investigación y a distintas necesidades de integración. Desde esta perspectiva, la tarea no es homogeneizar completamente el vocabulario, sino hacerlo explícito y reflexivo dentro de cada proyecto.

Una consecuencia práctica de este debate es que cualquier proyecto serio debe declarar con precisión qué entiende por trabajo multi, inter o transdisciplinar. Esa explicitación no es un formalismo académico. Determina, por ejemplo, cómo se diseñan los objetivos, cómo se distribuyen los roles, qué productos se consideran válidos, cómo se organiza la comunicación interna y qué tipo de evaluación será pertinente. La ambigüedad conceptual puede ser productiva cuando abre espacio para la experimentación, pero se vuelve contraproducente cuando oculta expectativas incompatibles. La literatura reciente sugiere, en suma, que la claridad sobre estas distinciones es una condición de posibilidad para una colaboración científica más eficaz (Morin, 1999; Vega et al., 2024).

Evolución histórica de la investigación colaborativa

La evolución de la investigación colaborativa en las últimas décadas puede leerse como la historia de una ampliación progresiva de escalas, actores e infraestructuras. La ciencia contemporánea trabaja cada vez más en equipos, redes y consorcios, y no tanto en el modelo aislado del investigador individual. El auge de esta colaboración no es simplemente cuantitativo; implica nuevas formas de gobernanza del trabajo intelectual, nuevas tecnologías de coordinación y nuevas tensiones en la distribución del crédito. La guía de Baumgartner y colaboradores sobre *big team science* resume bien este cambio al señalar la proliferación, durante la última década, de proyectos donde un gran número de investigadores junta recursos intelectuales y materiales en torno a un objetivo común (Sánchez, 2012; Giordano, 2023).

La investigación interdisciplinaria se inserta dentro de esta evolución, pero no se confunde con cualquier trabajo en equipo. No todo colectivo es interdisciplinario, y no toda interdiscipliniedad requiere equipos masivos. Lo característico del giro colaborativo reciente es que hace visibles no solo las ventajas de cooperar, sino la necesidad de diseñar mecanismos específicos para integrar diversidad cognitiva. Johnson y colaboradores, en su mini revisión de 2026, identifican cinco obstáculos recurrentes para la efectividad de los equipos interdisciplinarios: la comunicación a través de fronteras disciplinares, la construcción de modelos mentales compartidos y claridad de roles, la gestión de jerarquías y diferencias de estatus, la creación de afectos compartidos y confianza, y el uso y distribución eficiente del conocimiento (Calva et al., 2018). Esta formulación permite entender la evolución de la colaboración científica no como un mero aumento del trabajo conjunto, sino como un problema de arquitectura cognitiva y social.

La literatura empírica reciente también muestra que las infraestructuras institucionales pueden modificar sustancialmente esa arquitectura. Barley y colegas analizaron en 2025 un instituto dedicado a facilitar equipos científicos interdisciplinarios y observaron que, tras la incorporación al instituto, los investigadores aumentaron de forma significativa tanto su número de artículos como la diversidad de sus redes de coautoría (Humpiri y Humpri, 2021). En promedio, crecieron el número de publicaciones, los coautores únicos y la diversidad departamental de las colaboraciones, sin que ello implicara una caída relativa en productividad. El hallazgo sugiere que la colaboración interdisciplinaria no depende solo de la buena voluntad individual; necesita recursos, mediaciones y apoyos organizativos estables.

Esa constatación modifica la clásica narrativa heroicista de la colaboración científica. Lejos de imaginar la interdisciplinariedad como un encuentro espontáneo entre mentes abiertas, la investigación reciente la sitúa en entornos concretos donde cuentan la estructura administrativa, los incentivos, la financiación semilla, los espacios comunes, el acompañamiento metodológico y el asesoramiento para formar equipos. De hecho, la revisión sistemática de Newman concluye que la literatura sobre estrategias para promover nuevas colaboraciones interdisciplinarias sigue siendo escasa en estudios empíricos y está sobreteorizada frente a la falta de investigación operacional sobre qué funciona realmente para conectar a investigadores de disciplinas distintas (Zemelman, 2021; Abarca, 2025).

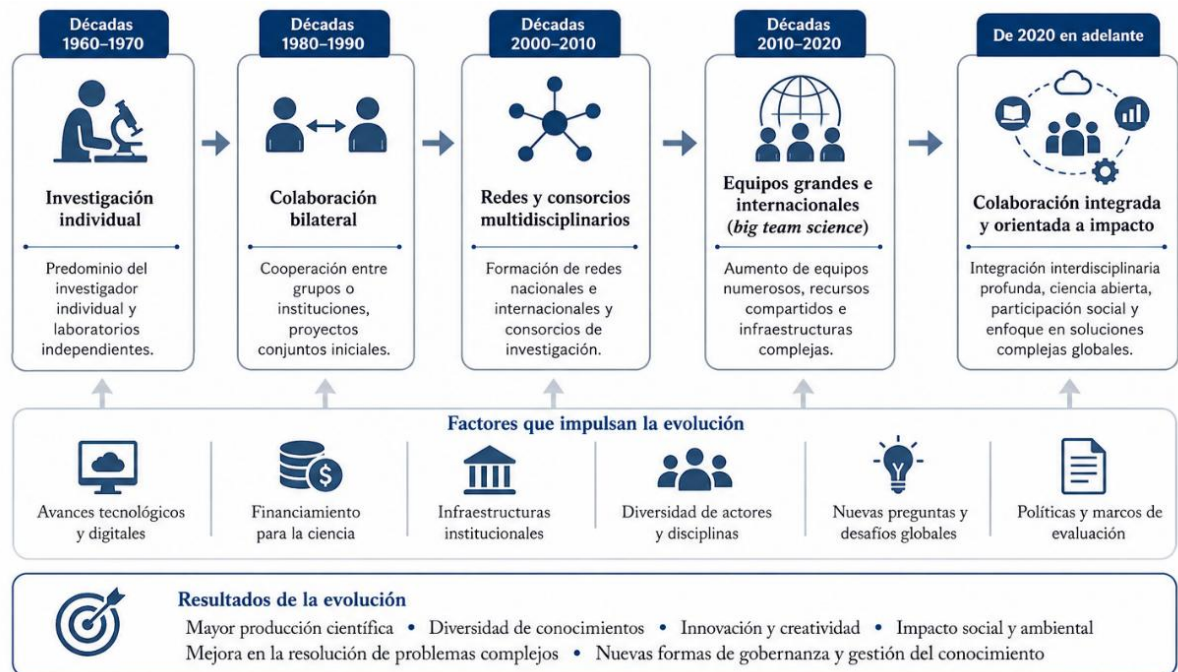
La evolución histórica de la investigación colaborativa puede observarse también en cómo se evalúan sus resultados. En el pasado reciente, gran parte de los análisis sobre interdisciplinariedad se centraban en artículos ya publicados y en sus patrones de citación. Los trabajos más recientes comienzan a observar etapas anteriores del ciclo científico: propuestas, equipos, redes, formación de marcos conceptuales y, de manera crucial, evaluación editorial. El estudio de Xiang, Romero y Teplitskiy sobre casi 129.000 manuscritos muestra justamente que la interacción entre interdisciplinariedad y evaluación depende de la forma específica que adopta el cruce disciplinar. Esa línea de trabajo indica una maduración del campo: la colaboración ya no se estudia solo por sus productos, sino por sus trayectorias y filtros institucionales (Duedra et al., 2020).

Asimismo, la investigación sobre financiación aporta nuevas complejidades. El informe de Park y coautores publicado en 2026 en *PNAS Nexus* encontró que los artículos interdisciplinarios respaldados por subvenciones disciplinares podían obtener impactos

científicos profundos y amplios, tanto dentro de sus campos nucleares como en campos más distantes. Esta evidencia matiza la idea de que la colaboración interdisciplinaria solo prospera allí donde la estructura del financiamiento es explícitamente interdisciplinaria. A veces, una fuerte base disciplinar combinada con apertura a recombinaciones produce mejores resultados que un marco de integración prematuro o demasiado difuso. La evolución histórica de la colaboración, por tanto, no conduce a la desaparición de las disciplinas, sino a nuevas formas de articulación entre especialización e integración (Popper, 1963).

Figura 1

Evolución histórica de la investigación colaborativa



Nota. El esquema muestra la evolución histórica de la investigación colaborativa, desde el trabajo individual hasta las formas actuales de colaboración integrada y orientada a impacto.

En paralelo, la expansión de la colaboración ha hecho más visibles problemas de carrera académica e identidad profesional. Hoffmann y colaboradores argumentan que la integración es el rasgo definitorio de la investigación inter y transdisciplinaria, pero que los sistemas de educación superior no ofrecen suficientes posiciones permanentes para expertos en integración (Figueroa et al., 2020). Salmela y sus colegas desarrollan más tarde esa idea al mostrar que quienes trabajan entre y a través de disciplinas suelen vivir una situación precaria de reconocimiento institucional, social, cultural y psicológico. A medida que la colaboración científica se vuelve más compleja, aumenta la necesidad de

perfiles que sepan diseñar y sostener procesos de integración; sin embargo, esos perfiles siguen siendo ambiguos dentro de la academia tradicional.

Por ello, la evolución de la investigación colaborativa no debe leerse únicamente como una tendencia hacia equipos más grandes o más internacionales. También es una evolución hacia formas más explícitas de gestión del conocimiento, mediación epistemológica y soporte institucional. El paso de la cooperación ocasional a la integración sostenida exige cambios en liderazgo, formación, evaluación, autoría, coordinación y legitimidad profesional. La ciencia colaborativa del presente ya no puede analizarse solo con categorías de productividad individual; requiere una teoría de la integración, de la confianza y de la infraestructura académica (Duarte y Velho, 2009).

Bases epistemológicas de la integración del conocimiento

Si las disciplinas difieren en objetos, métodos y tradiciones, la integración del conocimiento no puede reducirse a una simple agregación de resultados. La epistemología de la interdisciplinariedad parte de una pregunta básica: ¿qué ocurre cuando formas de conocimiento construidas bajo supuestos diferentes deben cooperar para comprender un mismo problema? La literatura reciente responde que lo que está en juego no es solo compatibilidad metodológica, sino también pluralidad de valores epistémicos. Talbi y van Woerden sostienen que las dificultades de la investigación interdisciplinaria pueden entenderse mejor a la luz de una tensión entre el ideal de integración y el pluralismo epistémico normativo. Cuando se reúnen disciplinas con presupuestos distintos sobre qué investigar, cómo hacerlo y para qué, aparecen conflictos que no son accidentales, sino estructurales (Garritz, 2004).

Esta idea obliga a desplazar el análisis desde el nivel puramente organizativo hacia el plano de la filosofía de la ciencia. La integración del conocimiento exige reconocer que las disciplinas no solo manejan técnicas distintas, sino también bienes epistémicos no siempre coincidentes. Algunas privilegian la predicción; otras, la comprensión profunda de contextos; otras, la generalización; otras, la interpretación situada; otras, la intervención práctica (Madrid, 2018). De ahí que la integración no pueda consistir en subsumir todas las perspectivas bajo una sola lógica dominante. En la formulación de Talbi y van Woerden, una verdadera interdisciplinariedad debe aprender a hacer manejables los conflictos epistemológicos, no a negarlos (Fochler et al., 2025).

En la misma línea, Leonelli advierte que las políticas de ciencia abierta, cuando se formulan sin atención a la diversidad epistémica, pueden terminar privilegiando ciertas formas de investigación sobre otras y reforzando desigualdades ya existentes dentro y entre sistemas de práctica. Su análisis distingue cuatro aspectos de la diversidad de prácticas científicas que deberían orientar cualquier política de apertura: especificidad a condiciones locales, arraigo en repertorios de práctica, permeabilidad a recién llegados y estrategias de demarcación. Esta aportación es decisiva para la epistemología de la interdisciplinariedad porque muestra que integrar conocimiento no significa homogeneizarlo, sino diseñar marcos donde la diferencia sea reconocida como condición de la producción de saber y no como desvío que debe eliminarse.

La literatura de 2022 sobre competencias de integración aporta un lenguaje especialmente fecundo para pensar esta cuestión. Horn, Urias y Zweekhorst proponen dos competencias clave para trabajar en contextos interdisciplinares: estabilidad epistémica y adaptabilidad epistémica. La primera remite a la capacidad de sostener una perspectiva disciplinar con claridad y consistencia; la segunda, a la capacidad de abrirse a otros marcos, reconsiderar supuestos y desplazarse cognitivamente hacia formas distintas de abordaje. La tesis implícita es potente: la integración no exige renunciar a la propia disciplina, sino combinar firmeza y flexibilidad. Sin estabilidad no hay contribución clara; sin adaptabilidad no hay integración real (de la Cruz, 2017).

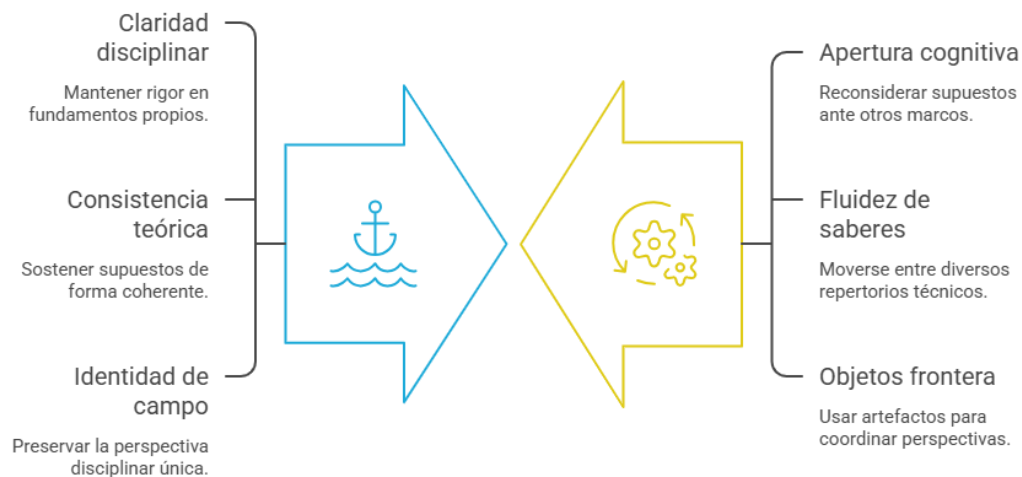
A esta formulación se suma el concepto de conciencia interdisciplinaria. Horn y coautoras argumentan que una de las principales barreras para el trabajo conjunto en problemas complejos es el sesgo disciplinar, es decir, la tendencia a interpretar el problema y sus posibles soluciones desde la propia tradición como si esta fuera natural o universal. Para contrarrestarlo, proponen desarrollar una conciencia interdisciplinaria entendida como comprensión y apreciación epistemológica y metafísica de la propia disciplina y de las ajenas. Esta conciencia no elimina el desacuerdo, pero lo vuelve reflexivo; permite comprender que las diferencias entre campos no son simples errores técnicos, sino distintas formas de construir mundo y conocimiento (Álvarez et al., 2016).

La noción de fluidez epistémica, estudiada por van Lambalgen y de Vos, complementa este marco. En su investigación con estudiantes, las autoras muestran que la integración de perspectivas disciplinares requiere herramientas que faciliten el intercambio de conocimiento y la construcción de un modelo compartido del equipo. La fluidez epistémica puede describirse como la capacidad de moverse entre repertorios de saber,

reconocer su pertinencia relativa y articularlos de manera productiva en la resolución de un problema. Desde una perspectiva filosófica y pedagógica, esta capacidad es central porque traduce en prácticas concretas la exigencia abstracta de integración (Zemelman, 2021; Vega et al., 2024).

Figura 2

Integración interdisciplinaria efectiva



Nota. La figura

muestra cómo la integración interdisciplinaria se construye a partir de la combinación de estabilidad y adaptabilidad epistémica, permitiendo la articulación de diversas perspectivas disciplinares en la generación de conocimiento integrado.

Otro concepto especialmente relevante es el de objeto frontera. Trabajos recientes sobre marcos conceptuales y objetos de frontera muestran que la integración del conocimiento suele apoyarse en artefactos intermedios —conceptos, diagramas, modelos, plataformas, casos, prototipos— que permiten coordinar perspectivas distintas sin exigir una previa homogeneización total. El artículo de Zhang y colaboradores de 2025 sobre resiliencia de ecosistemas alpinos presenta el marco conceptual como objeto frontera que apoya comunicación, colaboración e integración. En 2026, González-Rivadeneira y colegas profundizan esta línea al estudiar objetos frontera en investigación transdisciplinaria, mostrando que tales dispositivos median entre flexibilidad interpretativa y coordinación práctica. Desde el punto de vista epistemológico, estos objetos son valiosos porque hacen posible una integración parcial, situada y operativa (Bermúdez, 2021).

La epistemología de la interdisciplinariedad, por consiguiente, no se limita a justificar por qué conviene mezclar disciplinas. Su núcleo reside en esclarecer cómo se construyen espacios de inteligibilidad común entre perspectivas heterogéneas sin borrar aquello que las distingue. La literatura reciente converge en que ese proceso exige pluralismo, reflexividad, traducción conceptual, herramientas mediadoras y una ética de modestia intelectual. Integrar conocimiento no es fundirlo todo en una unidad sin residuos, sino producir configuraciones compartidas suficientemente robustas para avanzar en comprensión y acción sobre problemas complejos (Hu, 2021).

Importancia de la interdisciplinariedad en la actualidad

La importancia actual de la interdisciplinariedad se explica, en primer lugar, por la naturaleza de los problemas que ocupan a la ciencia y a la sociedad. Los trabajos recientes sobre sostenibilidad, salud, gestión ambiental y educación doctoral coinciden en que los grandes desafíos contemporáneos requieren marcos analíticos capaces de enlazar dimensiones biofísicas, tecnológicas, económicas, culturales, institucionales y éticas. La interdisciplinariedad se vuelve relevante no porque sea intelectualmente elegante, sino porque permite abordar conexiones causales y normativas que quedan invisibilizadas cuando el problema se fragmenta en subcampos comunicados (Arana, 2005; Bermúdez, 2021).

En segundo lugar, la interdisciplinariedad importa porque amplía el potencial de novedad científica. Estudios recientes de scientometría indican asociaciones positivas entre interdisciplinariedad y producción de investigación novedosa o disruptiva. Un análisis de 2024 en *Scientometrics* concluyó que la interdisciplinariedad ayuda a producir investigación novedosa o disruptiva, mientras que otros trabajos muestran relaciones positivas entre interdisciplinariedad y potencial de ruptura, aunque esas relaciones varían según el indicador utilizado (Bachelard, 1938). Es decir, el cruce disciplinar no garantiza por sí solo innovación, pero sí crea condiciones favorables para recombinaciones conceptuales y metodológicas que difícilmente emergerían en un marco homogéneo.

En tercer lugar, la importancia actual de la interdisciplinariedad es institucional y pedagógica. La revisión de Rana en 2025 mostró que en educación doctoral los enfoques interdisciplinares se asocian con versatilidad competencial, preparación profesional y adaptabilidad investigadora, aunque también requieren apoyo activo de supervisores e instituciones para superar silos académicos. El artículo de Hoffmann y Vienni-Baptista

publicado en 2026 da un paso más al proponer competencias concretas para formar futuros líderes y participantes de proyectos inter y transdisciplinares, incluyendo competencias específicas de método y contenido, así como competencias sociales y personales de integración. Esto indica que la interdisciplinariedad ya no puede considerarse un rasgo espontáneo del talento individual; se ha convertido en objeto legítimo de diseño curricular y de formación avanzada (Concari, 2001).

En cuarto lugar, su importancia es política y evaluativa. La investigación reciente muestra que la ciencia contemporánea no solo demanda interdisciplinariedad, sino que necesita aprender a evaluarla de forma más justa y más fina. El trabajo de Xiang y colegas demuestra que las instituciones científicas no responden igual a distintas dimensiones del cruce disciplinar. A esto se suman estudios sobre revisión de la permanencia y promoción que describen mecanismos por los cuales las normas disciplinares se legitiman y reproducen en los departamentos, dificultando el reconocimiento del trabajo fronterizo (Concari, 2001). En consecuencia, la interdisciplinariedad es hoy importante también porque está obligando a revisar qué entendemos por calidad, excelencia, pertinencia e impacto en la investigación.

En quinto lugar, la interdisciplinariedad importa por una razón ética y democrática. En su mejor versión, no solo integra técnicas y conceptos, sino también sensibilidades, experiencias y formas diversas de problematizar la realidad. La literatura transdisciplinaria ha vinculado este potencial con la coproducción de conocimiento y con la apertura a saberes situados. Aun cuando no todo proyecto interdisciplinario llegue a ese grado de apertura, la reflexión contemporánea muestra que la investigación de problemas complejos exige mayor atención a contextos locales, diversidad de actores y condiciones de aplicación. Ese desplazamiento acerca la ciencia a la responsabilidad social sin sacrificar rigor, siempre que la integración se haga reflexivamente (Bokulich, 2011).

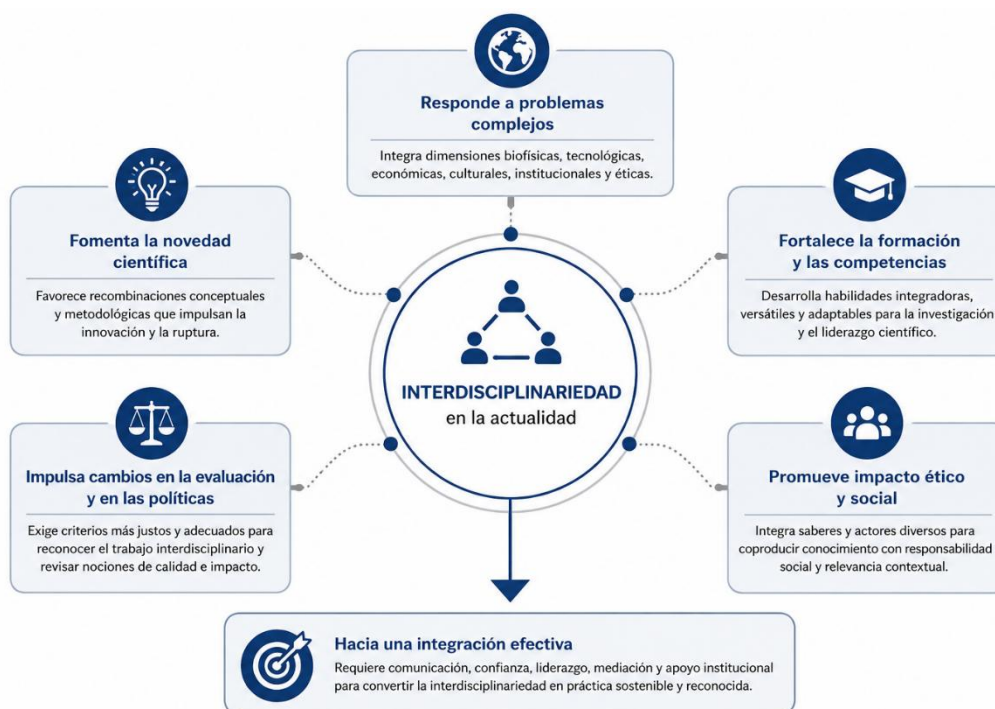
Con todo, la relevancia actual de la interdisciplinariedad no debe llevar a una visión ingenua. La evidencia reciente muestra que no basta con reunir expertos variados en una misma sala. Las dificultades de comunicación, confianza, estatus, liderazgo, sesgo disciplinar y evaluación siguen siendo profundas. Los equipos necesitan herramientas de mediación; las instituciones, cambios en criterios de reconocimiento; y los investigadores, competencias específicas de integración (Castelo, 2025; Bermúdez, 2021). Dicho de otro modo, la importancia de la interdisciplinariedad hoy es inseparable del desafío de

profesionalizarla, enseñarla y sostenerla. Solo así podrá pasar de consigna estratégica a práctica madura de producción de conocimiento.

En suma, la interdisciplinariedad es hoy importante porque responde a la complejidad de los problemas, favorece configuraciones novedosas del conocimiento, exige repensar la evaluación científica y obliga a rediseñar la formación de investigadores. Pero su valor no reside únicamente en mezclar disciplinas. Su valor reside en hacer posible una integración intelectualmente seria, institucionalmente reconocible y socialmente relevante. Ese es el umbral que define los desafíos contemporáneos del campo y que da sentido al resto del libro (Flores y Gallegos, 1993).

Figura 3

Importancia de la interdisciplinariedad en la actualidad



Nota. El esquema muestra los principales aportes de la interdisciplinariedad para abordar problemas complejos, promover la innovación, fortalecer la formación investigativa y generar impactos científicos y sociales relevantes.

Capítulo

2

Complejidad y resolución de problemas contemporáneos



Problemas complejos en la sociedad actual

Los problemas que enfrenta la humanidad en el siglo XXI presentan características significativamente diferentes a las que predominaban en épocas anteriores. Durante gran parte de la historia, numerosos desafíos sociales, económicos o ambientales podían analizarse desde perspectivas relativamente aisladas, permitiendo que disciplinas específicas ofrecieran explicaciones y soluciones concretas. Sin embargo, el contexto contemporáneo se caracteriza por una creciente interconexión entre sistemas naturales, sociales, económicos, tecnológicos y políticos, lo que ha dado lugar a fenómenos cuya comprensión requiere enfoques integrales capaces de considerar simultáneamente múltiples dimensiones de la realidad. Esta situación ha llevado a que investigadores de diversas áreas coincidan en señalar que los principales desafíos actuales poseen una naturaleza compleja, dinámica y multidimensional, dificultando su abordaje mediante modelos tradicionales de investigación centrados en una sola disciplina (Duedra et al., 2020).

La complejidad se ha convertido en uno de los conceptos más relevantes para comprender los fenómenos contemporáneos. Desde la perspectiva científica, un problema complejo puede definirse como aquel que involucra múltiples elementos interdependientes cuyas interacciones generan comportamientos difíciles de predecir. A diferencia de los problemas simples, donde existe una relación relativamente directa entre causa y efecto, los problemas complejos presentan relaciones no lineales, retroalimentaciones constantes y resultados emergentes que no pueden explicarse únicamente mediante el análisis individual de sus componentes (Cachapuz, 2023; Calva et al., 2018). Esta característica implica que las soluciones aplicadas a una parte del sistema pueden generar consecuencias inesperadas en otras áreas, produciendo nuevos desafíos o agravando los existentes.

El acelerado proceso de globalización experimentado durante las últimas décadas ha contribuido significativamente al aumento de la complejidad mundial. La expansión de las redes de comunicación, el crecimiento del comercio internacional, la movilidad de personas y capitales, así como la integración de los mercados globales, han fortalecido los vínculos entre regiones geográficamente distantes. Como consecuencia, eventos que ocurren en un determinado país pueden generar impactos inmediatos en otros territorios, evidenciando la interdependencia que caracteriza a la sociedad contemporánea. Crisis

financieras, pandemias, conflictos geopolíticos, desastres naturales y fluctuaciones en los mercados energéticos constituyen ejemplos claros de fenómenos cuyas repercusiones trascienden fronteras nacionales y afectan simultáneamente múltiples dimensiones del desarrollo humano (Arvanitis y Dutrénit, 1997).

Uno de los ejemplos más representativos de esta complejidad fue la pandemia de COVID-19. Lo que inicialmente se identificó como una emergencia sanitaria evolucionó rápidamente hacia una crisis multidimensional que afectó prácticamente todos los aspectos de la vida social. Además de las consecuencias directas sobre la salud pública, la pandemia provocó recesiones económicas, interrupciones educativas, transformaciones laborales, problemas de salud mental, incrementos en la pobreza y desafíos para la gobernanza global. La experiencia demostró que las crisis contemporáneas no pueden entenderse exclusivamente desde una perspectiva biomédica, sino que requieren la integración de conocimientos provenientes de la epidemiología, la economía, la sociología, la psicología, las ciencias políticas, la comunicación y la tecnología (Arrigui y Mosquera, 2022).

Figura 4

¿Cómo abordar los problemas complejos en la sociedad actual?



Nota. Los problemas complejos demandan enfoques integrales, colaboración entre disciplinas y adaptabilidad para desarrollar soluciones sostenibles y contextualizadas. Elaboración propia.

La creciente complejidad también se encuentra estrechamente relacionada con el desarrollo científico y tecnológico. Paradójicamente, mientras el avance del conocimiento ha permitido resolver numerosos problemas históricos, también ha generado nuevos desafíos derivados de las transformaciones que produce en la sociedad. La inteligencia artificial, la automatización, la biotecnología, el análisis masivo de datos y la digitalización de los procesos productivos representan avances extraordinarios que ofrecen oportunidades sin precedentes para mejorar la calidad de vida (Bokulich, 2011; Cassirer, 1953). No obstante, estas innovaciones también plantean interrogantes relacionados con la privacidad, la seguridad, la desigualdad digital, la ética tecnológica y la transformación de los mercados laborales. La coexistencia de beneficios y riesgos evidencia nuevamente la necesidad de enfoques integradores capaces de analizar simultáneamente múltiples dimensiones de un mismo fenómeno.

Otro aspecto fundamental de los problemas complejos contemporáneos es su carácter sistémico. Los sistemas sociales, económicos y ambientales funcionan mediante redes de interacciones permanentes donde cada elemento influye sobre los demás. Esta condición implica que los problemas raramente existen de forma aislada. Por el contrario, suelen formar parte de estructuras más amplias que conectan diferentes fenómenos entre sí. La pobreza, por ejemplo, no constituye únicamente una cuestión económica relacionada con los ingresos de las personas. También involucra factores educativos, sanitarios, culturales, políticos y territoriales que interactúan constantemente. Del mismo modo, la inseguridad alimentaria puede estar vinculada al cambio climático, la degradación ambiental, los conflictos armados, las desigualdades económicas y las políticas agrícolas, configurando una red de causas y consecuencias que requiere análisis integrales (Echeverri, 2018).

En este contexto, el concepto de “problemas perversos” o wicked problems ha adquirido especial relevancia dentro de la literatura científica reciente. Este término se utiliza para describir desafíos cuya naturaleza compleja dificulta la identificación de soluciones definitivas. Los problemas perversos suelen presentar múltiples interpretaciones sobre sus causas, diferentes actores con intereses diversos y condiciones cambiantes que modifican constantemente el escenario de intervención. Además, cualquier intento de solución puede generar nuevos problemas o producir efectos no previstos inicialmente. El cambio climático, las migraciones internacionales, la pobreza estructural y las crisis sanitarias globales son frecuentemente considerados ejemplos de problemas perversos

debido a la complejidad de sus dinámicas y a la dificultad para establecer respuestas universales (Morin, 1999).

Entre los desafíos contemporáneos más importantes destaca el cambio climático, considerado actualmente una de las mayores amenazas para el desarrollo sostenible mundial. Las investigaciones recientes han demostrado que el aumento de las temperaturas globales afecta no solamente a los ecosistemas naturales, sino también a la economía, la salud pública, la agricultura, la disponibilidad de agua y la seguridad alimentaria. Los eventos climáticos extremos, como sequías prolongadas, inundaciones, huracanes e incendios forestales, generan impactos económicos y sociales que afectan especialmente a las poblaciones más vulnerables (Arias y Artigas, 2022). Asimismo, las consecuencias climáticas interactúan con otros problemas preexistentes, intensificando desigualdades y dificultando los procesos de desarrollo en numerosas regiones del mundo.

La pobreza constituye otro ejemplo paradigmático de problema complejo. Durante décadas, las políticas de desarrollo se centraron principalmente en incrementar los ingresos económicos de las poblaciones vulnerables. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que la pobreza posee una naturaleza multidimensional que trasciende los aspectos monetarios. La falta de acceso a educación de calidad, servicios sanitarios adecuados, empleo digno, vivienda segura y participación social contribuye simultáneamente a la reproducción de condiciones de exclusión. Esta comprensión más amplia ha impulsado la adopción de enfoques interdisciplinarios capaces de integrar conocimientos provenientes de la economía, la sociología, la salud pública, la educación y las ciencias políticas (Bautista, 2021; Calderón, 2024).

Las desigualdades sociales representan igualmente uno de los principales desafíos contemporáneos. Aunque el crecimiento económico mundial ha permitido reducir ciertos indicadores de pobreza extrema, las brechas entre grupos sociales continúan ampliándose en numerosos países. Las desigualdades no solo se expresan en términos de ingresos, sino también en el acceso a oportunidades educativas, servicios sanitarios, tecnologías digitales y mecanismos de participación política. Estas diferencias generan efectos acumulativos que limitan la movilidad social y afectan las posibilidades de desarrollo humano sostenible. La comprensión de este fenómeno requiere considerar simultáneamente factores económicos, históricos, culturales, institucionales y territoriales (Bermejo et al., 2014).

La urbanización acelerada constituye otro elemento que incrementa la complejidad de los problemas actuales. Más de la mitad de la población mundial reside actualmente en ciudades, y las proyecciones indican que esta tendencia continuará durante las próximas décadas (Canga et al., 2025). El crecimiento urbano genera oportunidades para el desarrollo económico y la innovación tecnológica, pero también plantea desafíos relacionados con la vivienda, la movilidad, la contaminación ambiental, la gestión de residuos y la provisión de servicios básicos. Las ciudades se han convertido en espacios donde convergen múltiples problemas interrelacionados, exigiendo soluciones que integren conocimientos provenientes de la arquitectura, la ingeniería, el urbanismo, las ciencias ambientales y las ciencias sociales (Castañeda, 1987).

La seguridad alimentaria representa igualmente un desafío complejo de alcance global. El crecimiento demográfico, la degradación ambiental, la escasez de recursos naturales y los efectos del cambio climático ejercen una presión creciente sobre los sistemas de producción de alimentos. Garantizar una alimentación adecuada para una población mundial en constante aumento requiere transformar profundamente los modelos agrícolas tradicionales, incorporando innovaciones tecnológicas, prácticas sostenibles y mecanismos de distribución más equitativos. Este desafío involucra simultáneamente dimensiones productivas, ambientales, económicas, nutricionales y políticas (García et al., 2023; Kuhn, 1962).

La transformación digital también ha modificado profundamente las dinámicas sociales contemporáneas. El acceso masivo a internet, la expansión de las redes sociales y el desarrollo de tecnologías inteligentes han transformado las formas de comunicación, educación, trabajo y participación ciudadana (Lakatos, 1978). Sin embargo, estos avances también han generado nuevas problemáticas relacionadas con la desinformación, la ciberseguridad, la privacidad de los datos y la exclusión digital. Las diferencias en el acceso y uso de tecnologías digitales pueden ampliar desigualdades preexistentes, afectando particularmente a poblaciones vulnerables y regiones con menor desarrollo tecnológico.

A medida que aumenta la complejidad de los desafíos globales, resulta cada vez más evidente la necesidad de superar las barreras tradicionales entre disciplinas científicas. Los enfoques fragmentados suelen proporcionar explicaciones parciales que limitan la comprensión integral de los fenómenos estudiados. Por esta razón, la investigación contemporánea ha comenzado a promover modelos colaborativos capaces de integrar

conocimientos, métodos y perspectivas provenientes de diferentes áreas del saber. La interdisciplinariedad emerge, así como una respuesta necesaria frente a la creciente complejidad de la realidad contemporánea, permitiendo construir marcos analíticos más amplios y generar soluciones potencialmente más efectivas (Ochoa, 1989).

La comprensión de los problemas complejos exige además reconocer la existencia de incertidumbre. A diferencia de los sistemas mecánicos, donde los comportamientos pueden predecirse con relativa precisión, los sistemas sociales y ambientales presentan dinámicas cambiantes influenciadas por múltiples factores difíciles de controlar. Esta incertidumbre obliga a desarrollar estrategias de investigación flexibles, capaces de adaptarse a nuevas evidencias y contextos emergentes (Palamidessi et al., 2014). En consecuencia, la producción de conocimiento científico enfrenta el desafío de equilibrar rigurosidad metodológica con capacidad de adaptación frente a escenarios dinámicos y cambiantes.

Investigación interdisciplinaria para el desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible se ha consolidado durante las últimas décadas como uno de los paradigmas más importantes para orientar las políticas públicas, la investigación científica y las estrategias de desarrollo a nivel global. Su relevancia radica en la necesidad de responder simultáneamente a desafíos económicos, sociales y ambientales que afectan a las sociedades contemporáneas. A diferencia de los enfoques tradicionales centrados exclusivamente en el crecimiento económico, el desarrollo sostenible propone una visión más amplia e integradora del progreso humano, reconociendo que el bienestar de las generaciones presentes y futuras depende del equilibrio entre la prosperidad económica, la inclusión social y la conservación de los ecosistemas. Sin embargo, la complejidad inherente a estos objetivos ha demostrado que ninguna disciplina científica posee por sí sola las herramientas suficientes para comprender y resolver los problemas asociados a la sostenibilidad. En este contexto, la investigación interdisciplinaria emerge como un enfoque indispensable para abordar los desafíos del desarrollo sostenible desde una perspectiva integral (Sanchez et al., 2025).

La creciente preocupación por los límites ambientales del crecimiento económico ha impulsado importantes transformaciones en la forma de concebir el desarrollo. Durante gran parte del siglo XX, el progreso fue medido principalmente mediante indicadores económicos como el producto interno bruto, el nivel de industrialización o la expansión

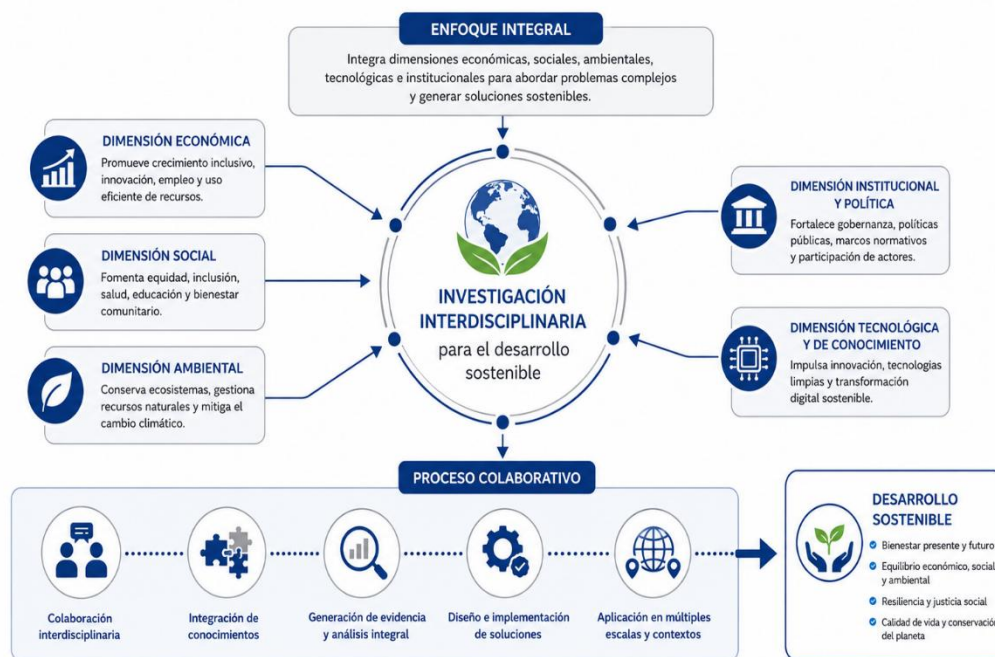
de los mercados (Schuff y Hubert, 2024). No obstante, la evidencia acumulada sobre la degradación ambiental, el agotamiento de recursos naturales y el incremento de las desigualdades sociales llevó a cuestionar la suficiencia de estos indicadores para evaluar el bienestar humano. Como resultado, surgió la necesidad de construir modelos de desarrollo capaces de armonizar objetivos económicos con criterios de equidad social y sostenibilidad ecológica (Tapia y Recalde, 2024).

La sostenibilidad representa precisamente este esfuerzo por integrar dimensiones tradicionalmente estudiadas de manera separada. El bienestar de una sociedad depende simultáneamente de factores económicos, ambientales, culturales, políticos, tecnológicos y sociales que interactúan de manera constante. La producción agrícola, por ejemplo, no puede analizarse únicamente desde criterios económicos relacionados con la rentabilidad o la productividad. También involucra aspectos ambientales asociados al uso de recursos naturales, dimensiones sociales vinculadas a las condiciones laborales y factores tecnológicos relacionados con la innovación productiva. Esta interdependencia explica por qué la sostenibilidad requiere enfoques interdisciplinarios capaces de comprender las conexiones existentes entre diferentes sistemas (Ugarte y Parra, 2021).

La investigación interdisciplinaria aplicada al desarrollo sostenible busca precisamente integrar conocimientos provenientes de múltiples disciplinas para generar una comprensión más completa de los problemas contemporáneos. Este enfoque reconoce que los desafíos asociados a la sostenibilidad presentan características complejas que trascienden los límites tradicionales del conocimiento científico (Wang y Ho, 2024). En consecuencia, promueve la colaboración entre especialistas de diferentes áreas con el propósito de construir explicaciones más amplias y diseñar soluciones más efectivas. La integración de perspectivas diversas permite identificar relaciones que podrían pasar desapercibidas cuando los fenómenos son analizados desde una única disciplina.

Figura 5

Investigación interdisciplinaria para el desarrollo sostenible



Nota. El esquema muestra cómo la integración de diversas disciplinas contribuye a la generación de soluciones orientadas al desarrollo sostenible.

Uno de los aspectos más relevantes de la investigación interdisciplinaria es su capacidad para abordar simultáneamente diferentes escalas de análisis. Los problemas de sostenibilidad suelen manifestarse a nivel local, regional y global de manera interconectada. Las decisiones adoptadas por comunidades específicas pueden generar impactos ambientales que trascienden fronteras nacionales, mientras que fenómenos globales como el cambio climático influyen directamente sobre las condiciones de vida de poblaciones locales. Esta interacción entre escalas requiere metodologías capaces de integrar información procedente de distintos contextos geográficos, sociales y temporales (Zona y Giraldo, 2017).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible constituye uno de los ejemplos más significativos de la importancia que ha adquirido la interdisciplinariedad en los debates contemporáneos sobre desarrollo. Los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible reflejan una visión integral que reconoce la interdependencia entre múltiples dimensiones del bienestar humano. La erradicación de la pobreza, la seguridad alimentaria, la educación de calidad, la igualdad de género, la acción climática y la protección de los ecosistemas forman parte de un conjunto de objetivos estrechamente relacionados. El

progreso en una de estas áreas suele depender de avances simultáneos en otras, evidenciando la necesidad de enfoques coordinados y multidisciplinarios (Abarca, 2025).

La lucha contra la pobreza constituye un claro ejemplo de esta interdependencia. Durante muchos años, los programas de reducción de la pobreza se centraron principalmente en el incremento de ingresos económicos. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que las privaciones que experimentan las poblaciones vulnerables incluyen múltiples dimensiones relacionadas con la educación, la salud, la vivienda, el acceso a servicios básicos y la participación social. Esta comprensión más amplia ha impulsado el desarrollo de enfoques interdisciplinarios que integran conocimientos provenientes de la economía, la sociología, la salud pública, la educación y las ciencias políticas (Arias y Artigas, 2022). Gracias a esta perspectiva, las estrategias de intervención han evolucionado hacia modelos más integrales capaces de abordar simultáneamente diversos factores de exclusión.

La sostenibilidad ambiental representa otro ámbito donde la interdisciplinariedad resulta fundamental. Los ecosistemas naturales funcionan mediante complejas redes de interacción entre organismos vivos, recursos físicos y actividades humanas. La degradación ambiental no puede entenderse exclusivamente desde la ecología, ya que involucra también factores económicos, culturales, institucionales y tecnológicos. La deforestación, por ejemplo, puede estar relacionada con la expansión agrícola, las dinámicas de mercado, las políticas públicas, las necesidades energéticas de las comunidades y las formas tradicionales de uso del territorio (Arvanitis y Dutrénit, 1997). Comprender estas interacciones exige la colaboración entre ecólogos, economistas, sociólogos, geógrafos, ingenieros y especialistas en políticas públicas.

Las investigaciones sobre recursos hídricos ilustran igualmente el valor de los enfoques interdisciplinarios para el desarrollo sostenible. El agua constituye un recurso esencial para la vida, la producción agrícola, la generación energética y el desarrollo industrial. Sin embargo, su gestión enfrenta desafíos relacionados con el crecimiento poblacional, el cambio climático, la contaminación y las desigualdades en el acceso. Resolver estos problemas requiere integrar conocimientos hidrológicos, ambientales, económicos, jurídicos y sociales. Las soluciones sostenibles dependen no solo de la disponibilidad física del recurso, sino también de la capacidad institucional para gestionarlo de manera equitativa y eficiente (Bachelard, 1938).

El ámbito energético ofrece otro ejemplo significativo de la importancia de la investigación interdisciplinaria. La transición hacia fuentes de energía más limpias constituye uno de los principales objetivos del desarrollo sostenible. Sin embargo, este proceso involucra desafíos tecnológicos, económicos, ambientales y sociales que deben abordarse de manera conjunta. El desarrollo de energías renovables requiere innovaciones en ingeniería y ciencias de los materiales, pero también análisis económicos sobre viabilidad financiera, estudios ambientales sobre impactos ecológicos y evaluaciones sociales relacionadas con la aceptación comunitaria (Bermejo et al., 2014). La integración de estas perspectivas resulta esencial para garantizar transiciones energéticas sostenibles y socialmente justas.

La agricultura sostenible representa igualmente un campo donde convergen múltiples disciplinas. Garantizar la producción de alimentos para una población mundial creciente exige aumentar la productividad agrícola sin comprometer la capacidad de los ecosistemas para regenerarse. Este desafío requiere integrar conocimientos agronómicos, ecológicos, económicos, tecnológicos y sociales (Bokulich, 2011). La adopción de prácticas agrícolas sostenibles depende tanto de innovaciones científicas como de factores culturales, educativos e institucionales que influyen en las decisiones de los productores. Por esta razón, las investigaciones más recientes promueven enfoques que combinan ciencias naturales y ciencias sociales para comprender de manera integral los sistemas alimentarios.

La salud pública constituye otro ámbito estrechamente vinculado al desarrollo sostenible. La evidencia científica ha demostrado que numerosos problemas de salud están relacionados con factores ambientales, económicos y sociales. La contaminación atmosférica, la inseguridad alimentaria, el acceso limitado a servicios básicos y las condiciones laborales precarias influyen significativamente en los niveles de bienestar de las poblaciones. En consecuencia, la promoción de la salud requiere intervenciones que trasciendan el ámbito médico tradicional e incorporen perspectivas provenientes de la sociología, la economía, la psicología, la planificación urbana y las ciencias ambientales (Cachapuz, 2023; Callirgos et al., 2022).

La creciente urbanización mundial ha reforzado la necesidad de enfoques interdisciplinarios orientados a la sostenibilidad. Las ciudades concentran una proporción cada vez mayor de la población mundial y enfrentan desafíos relacionados con movilidad, vivienda, contaminación, consumo energético y gestión de residuos. La construcción de

ciudades sostenibles requiere integrar conocimientos de arquitectura, urbanismo, ingeniería, sociología, economía y ciencias ambientales. Las soluciones más efectivas suelen surgir precisamente de la colaboración entre estas disciplinas, permitiendo diseñar espacios urbanos más inclusivos, resilientes y respetuosos con el medio ambiente (Canga et al., 2025).

La transformación digital también desempeña un papel relevante dentro de las estrategias de desarrollo sostenible (Castañeda, 1987). Las tecnologías digitales ofrecen oportunidades para mejorar la eficiencia energética, optimizar la gestión de recursos naturales, fortalecer los sistemas educativos y ampliar el acceso a servicios esenciales. Sin embargo, también plantean desafíos relacionados con la brecha digital, la protección de datos y las desigualdades tecnológicas. La comprensión de estos fenómenos requiere la participación de especialistas en informática, educación, economía, sociología y políticas públicas, evidenciando nuevamente la importancia de la interdisciplinariedad.

Uno de los aportes más importantes de la investigación interdisciplinaria consiste en la generación de soluciones innovadoras. La interacción entre disciplinas favorece el intercambio de conceptos, metodologías y herramientas analíticas que pueden combinarse para abordar problemas desde perspectivas novedosas. Numerosos avances en sostenibilidad han surgido precisamente de la convergencia entre diferentes campos del conocimiento. La bioeconomía, las ciudades inteligentes, la agricultura de precisión y las estrategias de economía circular representan ejemplos de innovaciones desarrolladas mediante procesos de integración interdisciplinaria (Concari, 2001; Duedra et al., 2020).

La economía circular constituye un caso particularmente ilustrativo. Este modelo propone reemplazar los sistemas tradicionales de producción y consumo basados en la extracción, uso y descarte de recursos por esquemas que promuevan la reutilización, reparación y reciclaje de materiales. Su implementación requiere conocimientos provenientes de la ingeniería, la economía, las ciencias ambientales, la gestión empresarial y las políticas públicas. La complejidad de estos sistemas demuestra cómo la sostenibilidad depende cada vez más de la colaboración entre múltiples áreas del conocimiento (Falcón y Serpa, 2021).

A pesar de sus ventajas, la investigación interdisciplinaria enfrenta importantes desafíos. Las diferencias metodológicas, conceptuales y epistemológicas entre disciplinas pueden dificultar la comunicación y la colaboración entre investigadores (Flores y Gallegos,

1993). Cada campo científico posee lenguajes, teorías y criterios de validación propios que no siempre resultan fácilmente compatibles. Superar estas barreras exige desarrollar competencias relacionadas con el trabajo colaborativo, la comunicación científica y la capacidad de integrar perspectivas diversas sin perder rigurosidad académica.

Asimismo, las estructuras institucionales de muchas universidades y centros de investigación continúan organizadas principalmente en torno a disciplinas específicas. Esta situación puede limitar el desarrollo de proyectos interdisciplinarios, especialmente cuando los mecanismos de financiamiento, evaluación y reconocimiento académico privilegian enfoques tradicionales. Sin embargo, durante los últimos años se ha observado una creciente tendencia hacia la creación de centros, redes y programas orientados específicamente a promover la investigación interdisciplinaria en áreas relacionadas con la sostenibilidad (Garritz, 2004).

Cambio climático, salud y pobreza como retos globales

El cambio climático, la salud y la pobreza constituyen tres de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. Aunque tradicionalmente estos fenómenos fueron estudiados de manera independiente, las investigaciones más recientes han demostrado que se encuentran profundamente interrelacionados, formando un complejo sistema de interdependencias capaz de afectar simultáneamente el bienestar humano, la estabilidad económica, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo social (García et al., 2023). Comprender estas conexiones se ha convertido en una prioridad para la comunidad científica internacional, ya que la interacción entre estos problemas genera impactos acumulativos que incrementan la vulnerabilidad de millones de personas en todo el mundo. En consecuencia, la investigación interdisciplinaria ha adquirido una relevancia creciente al proporcionar herramientas conceptuales y metodológicas que permiten analizar estos fenómenos desde una perspectiva integral.

Durante las últimas décadas, el cambio climático ha pasado de ser considerado un problema ambiental a convertirse en uno de los principales retos para el desarrollo humano global. La acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, resultado principalmente de actividades humanas como la industrialización, la deforestación y el uso intensivo de combustibles fósiles, ha provocado alteraciones significativas en los patrones climáticos del planeta (Giordano, 2023; Humpiri y Humpri, 2021). El incremento sostenido de las temperaturas globales, la modificación de los regímenes de

precipitación, el aumento del nivel del mar y la mayor frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos constituyen algunas de las manifestaciones más evidentes de este proceso. Sin embargo, las consecuencias del cambio climático van mucho más allá de las transformaciones ambientales, afectando directamente aspectos económicos, sociales y sanitarios esenciales para el bienestar de las poblaciones.

Uno de los principales desafíos asociados al cambio climático es su capacidad para amplificar problemas preexistentes. A diferencia de otros fenómenos aislados, los impactos climáticos suelen interactuar con vulnerabilidades económicas, sociales e institucionales ya presentes en determinadas comunidades. Esto significa que los efectos del calentamiento global no se distribuyen de manera uniforme entre las poblaciones, sino que afectan con mayor intensidad a quienes poseen menores recursos para adaptarse y recuperarse de sus consecuencias. Las comunidades en situación de pobreza, las poblaciones rurales, los grupos indígenas, los adultos mayores y las personas con acceso limitado a servicios básicos suelen enfrentar mayores riesgos frente a los eventos climáticos extremos, evidenciando la estrecha relación existente entre cambio climático y desigualdad social (Lakatos, 1978).

La salud humana constituye una de las áreas más afectadas por las transformaciones climáticas. Las investigaciones desarrolladas durante los últimos años han demostrado que el cambio climático influye sobre la salud mediante múltiples mecanismos directos e indirectos. El aumento de las temperaturas, por ejemplo, incrementa la frecuencia de enfermedades relacionadas con el calor, especialmente entre personas vulnerables como niños, adultos mayores y pacientes con enfermedades cardiovasculares o respiratorias (Morin, 1999). Las olas de calor prolongadas se han convertido en una causa creciente de mortalidad en diversas regiones del mundo, especialmente en contextos urbanos donde las altas temperaturas suelen intensificarse debido a la concentración de infraestructura y actividades humanas.

Además de los efectos asociados al calor extremo, el cambio climático favorece la expansión geográfica de diversas enfermedades infecciosas. Las modificaciones en la temperatura y la humedad alteran los hábitats de numerosos vectores de enfermedades, permitiendo que especies como mosquitos, garrapatas y otros organismos transmisores se establezcan en regiones donde anteriormente no podían sobrevivir. Como consecuencia, enfermedades como el dengue, la malaria, el chikungunya y el virus del Zika han comenzado a aparecer en áreas geográficas cada vez más amplias, representando nuevos

desafíos para los sistemas sanitarios nacionales. Este fenómeno demuestra cómo los cambios ambientales pueden generar repercusiones significativas sobre la salud pública a escala global (Palamidessi et al., 2014; Sanchez et al., 2025).

La calidad del aire constituye otro aspecto fundamental en la relación entre cambio climático y salud. El aumento de incendios forestales, las alteraciones en los patrones atmosféricos y la persistencia de actividades altamente contaminantes contribuyen al deterioro de las condiciones ambientales en numerosas regiones. La exposición prolongada a contaminantes atmosféricos se asocia con enfermedades respiratorias crónicas, afecciones cardiovasculares, cáncer de pulmón y diversas complicaciones de salud que afectan especialmente a las poblaciones urbanas. Los costos económicos y sociales derivados de estas enfermedades representan una carga creciente para los sistemas sanitarios y las economías nacionales (Schuff y Hubert, 2024).

La seguridad alimentaria también se encuentra estrechamente vinculada a las transformaciones climáticas. La agricultura depende en gran medida de condiciones ambientales relativamente estables para garantizar niveles adecuados de producción. Sin embargo, las sequías prolongadas, las inundaciones, los cambios en los patrones de precipitación y la degradación de los suelos están afectando la capacidad productiva de numerosos sistemas agrícolas alrededor del mundo. Estas alteraciones pueden provocar reducciones en el rendimiento de los cultivos, incrementos en los precios de los alimentos y dificultades para garantizar una nutrición adecuada a millones de personas. La inseguridad alimentaria resultante tiene consecuencias directas sobre la salud, especialmente en poblaciones vulnerables donde la desnutrición continúa representando un importante problema de desarrollo (Tapia y Recalde, 2024).

La pobreza constituye un factor central dentro de esta compleja interacción entre clima y salud. Lejos de representar únicamente una limitación económica, la pobreza implica un conjunto de privaciones que reducen la capacidad de las personas para enfrentar situaciones adversas. Las poblaciones en situación de pobreza suelen residir en áreas más expuestas a riesgos ambientales, contar con infraestructuras menos resilientes y disponer de recursos limitados para responder ante emergencias (Vega et al., 2024; Zemelman, 2021). Esta situación incrementa significativamente su vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático, generando un círculo vicioso donde la pobreza aumenta la exposición al riesgo y los eventos climáticos contribuyen a profundizar las condiciones de pobreza existentes.

La relación entre pobreza y cambio climático se manifiesta claramente en los desastres naturales. Inundaciones, huracanes, sequías e incendios forestales pueden destruir viviendas, infraestructuras, cultivos y medios de subsistencia en cuestión de horas. Para las familias con recursos limitados, estas pérdidas representan no solo una crisis temporal, sino una amenaza directa para su estabilidad económica y social. La recuperación suele requerir inversiones que muchas personas no pueden afrontar, provocando procesos prolongados de empobrecimiento y exclusión. En consecuencia, los eventos climáticos extremos contribuyen a reproducir y profundizar desigualdades preexistentes (de la Cruz, 2017).

La dimensión sanitaria de la pobreza también desempeña un papel fundamental en este contexto. Las comunidades con menores recursos suelen enfrentar mayores dificultades para acceder a servicios de salud de calidad, agua potable, saneamiento básico y alimentación adecuada. Estas condiciones incrementan la susceptibilidad a enfermedades y reducen la capacidad de respuesta frente a emergencias sanitarias relacionadas con fenómenos climáticos. Asimismo, la falta de cobertura médica adecuada puede convertir enfermedades prevenibles o tratables en problemas graves que afectan la productividad económica y el bienestar familiar (Álvarez et al., 2016).

Las desigualdades territoriales constituyen otro elemento importante dentro de esta problemática. Los impactos del cambio climático suelen concentrarse de manera desproporcionada en regiones que históricamente han contribuido menos a las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Numerosos países en desarrollo enfrentan riesgos climáticos significativos a pesar de poseer una responsabilidad relativamente baja en la generación del problema. Esta situación ha impulsado debates internacionales relacionados con la justicia climática, destacando la necesidad de distribuir equitativamente las responsabilidades y recursos destinados a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático (de la Cruz, 2017).

La urbanización acelerada ha añadido nuevas dimensiones a la relación entre clima, salud y pobreza. Las ciudades concentran una proporción creciente de la población mundial y enfrentan desafíos específicos relacionados con el aumento de temperaturas, la contaminación atmosférica y la vulnerabilidad frente a eventos extremos. Los asentamientos informales y barrios de bajos ingresos suelen ubicarse en áreas de alto riesgo ambiental, careciendo frecuentemente de infraestructuras adecuadas para enfrentar inundaciones, olas de calor u otros fenómenos climáticos. Estas condiciones aumentan la

exposición de las poblaciones urbanas vulnerables a riesgos sanitarios y económicos asociados al cambio climático (Zemelman, 2021).

Tabla 2

Interrelación entre cambio climático, salud y pobreza

Factor	Impacto principal	Consecuencia asociada
Cambio climático	Aumento de temperaturas y eventos extremos	Mayor riesgo ambiental y social
Salud	Incremento de enfermedades y afectaciones físicas y mentales	Mayor demanda de servicios sanitarios
Pobreza	Menor capacidad de adaptación y recuperación	Incremento de la vulnerabilidad
Seguridad alimentaria	Reducción de la producción agrícola	Inseguridad alimentaria y desnutrición
Migración climática	Desplazamiento de poblaciones afectadas	Presión sobre servicios y recursos

Nota. La interacción entre variables ambientales, sanitarias y socioeconómicas incrementa la vulnerabilidad global.

Otro aspecto relevante es el impacto del cambio climático sobre la salud mental. Durante muchos años, las investigaciones se centraron principalmente en las consecuencias físicas de los fenómenos ambientales. Sin embargo, estudios recientes han evidenciado que los desastres naturales, la pérdida de medios de vida, los desplazamientos forzados y la incertidumbre asociada a las transformaciones climáticas generan importantes efectos psicológicos. Ansiedad, depresión, estrés postraumático y otros trastornos mentales han comenzado a reconocerse como consecuencias significativas de las crisis climáticas, ampliando la comprensión de sus impactos sobre el bienestar humano (Arana, 2005).

La migración climática constituye otra manifestación de la interacción entre estos desafíos globales. Millones de personas se ven obligadas a abandonar sus lugares de residencia debido a sequías, inundaciones, degradación ambiental o pérdida de medios de subsistencia asociados al cambio climático. Estos desplazamientos generan presiones

adicionales sobre los sistemas urbanos, los servicios públicos y los mercados laborales de las regiones receptoras, al tiempo que incrementan la vulnerabilidad de las poblaciones migrantes. La gestión de estos movimientos poblacionales requiere enfoques integrales capaces de considerar simultáneamente factores ambientales, sociales, económicos y políticos (Arrigui y Mosquera, 2022).

La comunidad científica internacional ha reconocido cada vez más la necesidad de abordar conjuntamente los problemas de cambio climático, salud y pobreza. Los enfoques sectoriales tradicionales han demostrado ser insuficientes para comprender la complejidad de estas interacciones. Por ello, han surgido iniciativas orientadas a promover investigaciones interdisciplinarias capaces de integrar conocimientos provenientes de las ciencias ambientales, la medicina, la economía, la sociología, la geografía, las ciencias políticas y otras áreas relevantes (Bachelard, 1938). Estas colaboraciones permiten construir marcos analíticos más completos y desarrollar estrategias de intervención más efectivas.

La adaptación al cambio climático constituye uno de los principales campos donde la interdisciplinariedad ha demostrado su utilidad. Adaptarse implica desarrollar capacidades para reducir la vulnerabilidad frente a los impactos climáticos presentes y futuros. Este proceso requiere no solo conocimientos técnicos relacionados con infraestructura o gestión ambiental, sino también comprensión de factores sociales, económicos e institucionales que influyen en la capacidad de respuesta de las comunidades. Las estrategias de adaptación más exitosas suelen combinar innovación tecnológica, fortalecimiento institucional, participación comunitaria y políticas orientadas a reducir desigualdades sociales (Bermejo et al., 2014).

La mitigación del cambio climático también demanda enfoques interdisciplinarios. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero implica transformar sistemas energéticos, productivos y de transporte profundamente integrados en las estructuras económicas y sociales contemporáneas (Cabrera y Cepeda, 2022). Estas transformaciones requieren conocimientos provenientes de la ingeniería, la economía, la planificación territorial, la sociología y las ciencias políticas, entre otras disciplinas. Además, deben diseñarse de manera que contribuyan simultáneamente a mejorar la calidad de vida y reducir la pobreza, evitando generar nuevas formas de exclusión social.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible ha reforzado la importancia de abordar conjuntamente estos desafíos. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible reconocen explícitamente las conexiones existentes entre pobreza, salud, sostenibilidad ambiental y acción climática. Esta visión integrada refleja el creciente consenso científico respecto a la necesidad de promover estrategias que consideren simultáneamente múltiples dimensiones del desarrollo humano. La consecución de estos objetivos depende en gran medida de la capacidad de los países para implementar políticas coherentes que articulen acciones ambientales, sociales y económicas (Calderón, 2024).

Integración de enfoques científicos para la toma de decisiones

La toma de decisiones constituye uno de los procesos más importantes dentro de cualquier sociedad, organización o sistema de gobernanza. Las decisiones adoptadas por gobiernos, empresas, instituciones académicas y organismos internacionales tienen la capacidad de influir significativamente en el bienestar de las personas, el desarrollo económico, la sostenibilidad ambiental y la estabilidad social. Sin embargo, el contexto contemporáneo se caracteriza por una creciente complejidad que dificulta la formulación de respuestas efectivas frente a los desafíos actuales. Problemas como el cambio climático, las crisis sanitarias, la pobreza, la seguridad alimentaria, la transformación digital y las desigualdades sociales presentan múltiples dimensiones interrelacionadas que no pueden ser comprendidas adecuadamente desde una única disciplina científica. En este escenario, la integración de enfoques científicos se ha convertido en una necesidad fundamental para fortalecer los procesos de toma de decisiones y mejorar la capacidad de respuesta frente a problemas cada vez más complejos (Calva et al., 2018; Cassirer, 1953).

Durante gran parte del desarrollo de la ciencia moderna predominó una visión disciplinaria del conocimiento. Las distintas áreas científicas evolucionaron especializándose progresivamente en objetos de estudio particulares, desarrollando teorías, metodologías y lenguajes propios (Castelo, 2025). Este proceso permitió avances extraordinarios en la comprensión de numerosos fenómenos naturales y sociales. Sin embargo, también generó una fragmentación del conocimiento que, en muchos casos, dificultó la comprensión integral de problemas complejos. A medida que las sociedades enfrentaron desafíos multidimensionales, se hizo evidente que las explicaciones proporcionadas por disciplinas aisladas resultaban insuficientes para comprender la totalidad de las interacciones involucradas (Duarte y Velho, 2009).

La creciente necesidad de integrar conocimientos provenientes de diferentes campos científicos surge precisamente como respuesta a esta limitación. Los fenómenos contemporáneos suelen desarrollarse dentro de sistemas complejos donde factores económicos, sociales, ambientales, culturales, tecnológicos y políticos interactúan de manera constante. Como consecuencia, las decisiones basadas exclusivamente en una dimensión del problema pueden generar efectos inesperados o incluso contraproducentes en otros ámbitos. La integración de enfoques científicos busca superar esta fragmentación mediante la construcción de marcos analíticos capaces de incorporar múltiples perspectivas en el proceso de generación de conocimiento y formulación de soluciones (Echeverri, 2018).

Uno de los principales beneficios de la integración científica radica en su capacidad para proporcionar una comprensión más amplia de la realidad. Cada disciplina ofrece herramientas conceptuales específicas que permiten observar determinados aspectos de un fenómeno. Cuando estas perspectivas se combinan, se obtiene una visión más completa que facilita la identificación de relaciones, causas y consecuencias que podrían permanecer ocultas bajo enfoques más limitados. Esta capacidad resulta especialmente valiosa en contextos caracterizados por altos niveles de incertidumbre y complejidad, donde las decisiones requieren considerar simultáneamente múltiples variables y posibles escenarios futuros (Figuroa et al., 2020; Fochler et al., 2025).

La evolución de las políticas públicas durante las últimas décadas refleja claramente esta tendencia hacia la integración del conocimiento científico. Tradicionalmente, muchas decisiones gubernamentales se fundamentaban principalmente en criterios políticos, administrativos o económicos. Aunque estos factores continúan siendo importantes, actualmente existe un reconocimiento creciente sobre la necesidad de incorporar evidencia científica rigurosa en los procesos de formulación, implementación y evaluación de políticas (Garritz, 2004). Este enfoque, conocido como toma de decisiones basada en evidencia, promueve la utilización sistemática del conocimiento científico para mejorar la efectividad de las intervenciones públicas y optimizar el uso de recursos disponibles.

La evidencia científica utilizada en los procesos de decisión contemporáneos proviene cada vez más de múltiples disciplinas. Un programa orientado a reducir la pobreza, por ejemplo, requiere considerar no solamente aspectos económicos relacionados con ingresos y empleo. También es necesario comprender factores educativos, sanitarios,

culturales, territoriales e institucionales que influyen sobre las condiciones de vida de las poblaciones vulnerables. Esta necesidad de integrar diferentes tipos de conocimiento ha impulsado el desarrollo de enfoques interdisciplinarios orientados a fortalecer la capacidad de análisis y la calidad de las decisiones adoptadas (Hu, 2021).

La pandemia de COVID-19 constituyó uno de los ejemplos más representativos de la importancia de integrar enfoques científicos para la toma de decisiones. Durante la emergencia sanitaria, los gobiernos se enfrentaron a la necesidad de adoptar medidas rápidas en un contexto caracterizado por elevados niveles de incertidumbre. Las decisiones relacionadas con confinamientos, restricciones de movilidad, campañas de vacunación y reapertura de actividades económicas requirieron la participación de especialistas provenientes de múltiples disciplinas. Epidemiólogos, médicos, economistas, psicólogos, sociólogos, matemáticos, científicos de datos y expertos en comunicación contribuyeron conjuntamente a generar información relevante para orientar las respuestas institucionales. Esta experiencia evidenció que las crisis contemporáneas demandan enfoques integrados capaces de combinar conocimientos diversos en función de objetivos comunes (Kuhn, 1962).

El cambio climático representa otro ámbito donde la integración científica resulta indispensable. Las decisiones orientadas a mitigar o adaptarse a los efectos del calentamiento global requieren información proveniente de la climatología, la ecología, la economía, la ingeniería, la sociología, la geografía y las ciencias políticas. Los impactos climáticos afectan simultáneamente la producción agrícola, la disponibilidad de agua, la salud pública, la infraestructura y los sistemas energéticos, entre otros aspectos. Como consecuencia, las estrategias más efectivas suelen surgir de procesos colaborativos donde diferentes disciplinas contribuyen a construir diagnósticos integrales y propuestas de intervención sostenibles (Madrid, 2018).

La gestión de recursos naturales constituye igualmente un ejemplo relevante de integración científica aplicada a la toma de decisiones. Recursos como el agua, los bosques, los suelos y la biodiversidad cumplen funciones esenciales para el bienestar humano y el funcionamiento de los ecosistemas. Sin embargo, su utilización implica frecuentemente conflictos entre objetivos económicos, sociales y ambientales. Resolver estos desafíos requiere comprender tanto los procesos ecológicos que regulan la disponibilidad de recursos como las dinámicas sociales, económicas e institucionales que condicionan su uso (Ochoa, 1989). La integración de conocimientos provenientes de

ciencias naturales y ciencias sociales permite desarrollar estrategias de gestión más equilibradas y sostenibles.

La incorporación de tecnologías digitales ha ampliado significativamente las posibilidades de integración científica en los procesos de decisión. El desarrollo de sistemas de información avanzados, plataformas de análisis de datos, inteligencia artificial y modelos computacionales permite combinar grandes volúmenes de información procedente de diferentes fuentes y disciplinas. Estas herramientas facilitan la identificación de patrones complejos, la simulación de escenarios futuros y la evaluación de posibles impactos asociados a distintas alternativas de acción. Como resultado, los responsables de la toma de decisiones disponen actualmente de capacidades analíticas sin precedentes para enfrentar problemas complejos (Popper, 1963).

La inteligencia artificial ha adquirido una relevancia particular en este contexto. Los sistemas basados en aprendizaje automático pueden procesar cantidades masivas de información provenientes de ámbitos tan diversos como salud, economía, transporte, educación y medio ambiente. Esta capacidad permite integrar variables que anteriormente resultaban difíciles de analizar de manera conjunta (Santos, 2009; Sánchez, 2012). Sin embargo, el uso de estas tecnologías también plantea desafíos relacionados con la interpretación de resultados, la transparencia de los algoritmos y las implicaciones éticas de las decisiones automatizadas. Por ello, la integración tecnológica debe complementarse con análisis provenientes de disciplinas humanísticas y sociales que permitan evaluar críticamente sus consecuencias.

La planificación territorial constituye otro campo donde la integración de enfoques científicos ha demostrado importantes beneficios. Las decisiones relacionadas con el uso del suelo, el desarrollo urbano, la infraestructura y la conservación ambiental requieren considerar simultáneamente factores físicos, ecológicos, económicos y sociales. Las herramientas modernas de planificación combinan información geográfica, modelos ambientales, indicadores socioeconómicos y análisis participativos para apoyar procesos de toma de decisiones más informados y sostenibles. Esta integración permite identificar conflictos potenciales, optimizar recursos y reducir impactos negativos sobre las comunidades y los ecosistemas (Ugarte y Parra, 2021).

La educación también ha incorporado progresivamente enfoques interdisciplinarios orientados a fortalecer la toma de decisiones. Los sistemas educativos contemporáneos

reconocen cada vez más la importancia de desarrollar competencias relacionadas con el pensamiento crítico, la resolución de problemas complejos y la capacidad para integrar conocimientos provenientes de diferentes áreas. Estas habilidades resultan fundamentales en sociedades donde la información se encuentra ampliamente disponible y donde los desafíos requieren análisis multidimensionales. La formación de profesionales capaces de trabajar en equipos interdisciplinarios constituye una condición esencial para enfrentar los retos contemporáneos (Wang y Ho, 2024).

La integración científica no implica únicamente la colaboración entre disciplinas académicas. En años recientes ha adquirido gran relevancia el concepto de coproducción del conocimiento, que reconoce la importancia de incorporar saberes provenientes de actores no académicos dentro de los procesos de investigación y toma de decisiones. Comunidades locales, organizaciones sociales, empresas, organismos gubernamentales y pueblos indígenas poseen conocimientos valiosos que pueden complementar la evidencia científica convencional (Zona y Giraldo, 2017). La combinación de estos diferentes tipos de conocimiento permite generar soluciones más contextualizadas, legítimas y efectivas.

La participación ciudadana desempeña un papel cada vez más importante dentro de este enfoque. Numerosos problemas contemporáneos afectan directamente a las comunidades y requieren procesos participativos para garantizar que las decisiones respondan adecuadamente a las necesidades y expectativas sociales. La integración de conocimientos científicos con experiencias locales favorece la construcción de políticas más inclusivas y facilita la implementación de estrategias sostenibles a largo plazo. Además, fortalece la confianza pública en las instituciones y contribuye a legitimar los procesos de toma de decisiones (Álvarez et al., 2016).

Figura 6

Fortaleciendo la toma de decisiones con enfoques científicos



Nota. La integración de enfoques científicos fortalece la toma de decisiones mediante evidencia, colaboración interdisciplinaria y participación social.

A pesar de sus múltiples ventajas, la integración de enfoques científicos enfrenta importantes desafíos. Las diferencias conceptuales y metodológicas entre disciplinas pueden dificultar la comunicación y la colaboración efectiva. Cada campo científico posee marcos teóricos, terminologías y criterios de validación específicos que no siempre resultan fácilmente compatibles (Abarca, 2025). Superar estas barreras requiere desarrollar capacidades relacionadas con la comunicación interdisciplinaria, la negociación conceptual y la construcción de lenguajes comunes que faciliten el intercambio de conocimientos.

Asimismo, la creciente cantidad de información disponible plantea desafíos relacionados con la selección, interpretación y utilización adecuada de la evidencia científica. Los responsables de la toma de decisiones deben enfrentar frecuentemente situaciones donde diferentes estudios presentan resultados divergentes o donde la incertidumbre limita la posibilidad de establecer conclusiones definitivas. En estos contextos, la integración científica implica no solo combinar conocimientos, sino también gestionar adecuadamente la incertidumbre y reconocer las limitaciones inherentes a toda forma de evidencia (Álvarez et al., 2016).

Otro desafío importante está relacionado con los tiempos de producción científica y los tiempos de decisión política. Mientras que la investigación suele requerir procesos prolongados de recopilación y análisis de información, las decisiones gubernamentales frecuentemente deben adoptarse en plazos reducidos debido a presiones sociales, económicas o políticas. Esta diferencia temporal puede dificultar la incorporación efectiva del conocimiento científico dentro de los procesos de decisión. Por ello, se han desarrollado mecanismos orientados a fortalecer los vínculos entre ciencia y política, promoviendo formas más ágiles de comunicación y transferencia de conocimientos (Figuerola et al., 2020).

La gobernanza contemporánea demanda cada vez más capacidades para integrar información procedente de diferentes fuentes y niveles de análisis. Los problemas globales requieren coordinación entre instituciones locales, nacionales e internacionales, así como entre sectores públicos, privados y comunitarios. La integración científica contribuye a fortalecer estos procesos mediante la generación de marcos conceptuales compartidos y herramientas analíticas capaces de facilitar la cooperación entre diversos actores. En este sentido, la interdisciplinariedad se convierte en un componente fundamental para la construcción de sistemas de gobernanza más adaptativos y resilientes (Vega et al., 2024).

La investigación reciente muestra que las decisiones más efectivas suelen ser aquellas que consideran simultáneamente múltiples dimensiones del problema analizado. Las soluciones que incorporan factores económicos, sociales, ambientales, tecnológicos y culturales presentan mayores probabilidades de generar resultados sostenibles y reducir efectos no deseados (de la Cruz, 2017). Esta evidencia refuerza la importancia de promover procesos de integración científica como estrategia para mejorar la calidad de las decisiones en contextos complejos.

Casos exitosos de investigación interdisciplinaria

La investigación interdisciplinaria ha adquirido una importancia creciente durante las últimas décadas debido a su capacidad para abordar problemas complejos que trascienden los límites tradicionales de las disciplinas científicas. A medida que la sociedad enfrenta desafíos globales relacionados con el cambio climático, la salud pública, la pobreza, la seguridad alimentaria, la transformación digital y la sostenibilidad ambiental, se ha vuelto evidente que ninguna disciplina por sí sola posee las herramientas necesarias para

comprender plenamente estos fenómenos ni para diseñar soluciones efectivas. En respuesta a esta realidad, han surgido numerosos proyectos de investigación que integran conocimientos, metodologías y perspectivas provenientes de diferentes campos científicos. Los resultados obtenidos en diversas áreas demuestran que la colaboración interdisciplinaria no solo amplía la comprensión de los problemas, sino que también incrementa significativamente la capacidad para generar innovaciones, formular políticas públicas efectivas y producir impactos positivos en la sociedad (Popper, 1963).

Uno de los ejemplos más destacados de investigación interdisciplinaria a nivel mundial se encuentra en el estudio del cambio climático. La comprensión actual de este fenómeno es el resultado de décadas de colaboración entre climatólogos, meteorólogos, oceanógrafos, geólogos, ecólogos, economistas, sociólogos, ingenieros y especialistas en políticas públicas. Ninguna de estas disciplinas habría podido, por sí sola, explicar la complejidad de los procesos que regulan el sistema climático terrestre. La integración de conocimientos permitió desarrollar modelos predictivos cada vez más precisos, identificar las principales causas del calentamiento global, evaluar sus impactos sobre diferentes sectores y diseñar estrategias de mitigación y adaptación (Figueroa et al., 2020; Arana, 2005). Los informes elaborados por organismos internacionales especializados en clima constituyen uno de los mayores ejemplos de cooperación científica interdisciplinaria de la historia moderna, involucrando a miles de investigadores de múltiples áreas del conocimiento que trabajan conjuntamente para generar evidencia científica de alcance global.

El desarrollo de modelos climáticos avanzados representa un logro particularmente significativo. Estos sistemas integran información atmosférica, oceánica, ecológica, geográfica y socioeconómica para proyectar posibles escenarios futuros. Gracias a esta integración, los gobiernos y organizaciones internacionales disponen actualmente de herramientas más precisas para planificar políticas ambientales, gestionar riesgos y diseñar estrategias de adaptación frente a fenómenos extremos. La utilidad práctica de estos modelos demuestra cómo la interdisciplinariedad puede transformar conocimientos científicos complejos en instrumentos concretos para la toma de decisiones (Ochoa, 1989).

Otro caso emblemático corresponde a la respuesta global frente a la pandemia de COVID-19. La magnitud de la crisis sanitaria obligó a movilizar recursos científicos sin precedentes y evidenció la necesidad de integrar múltiples disciplinas para enfrentar

problemas de alcance mundial. Epidemiólogos, virólogos, inmunólogos, médicos, matemáticos, estadísticos, economistas, psicólogos, sociólogos, especialistas en comunicación y científicos de datos trabajaron conjuntamente para comprender la evolución de la enfermedad y diseñar estrategias de respuesta. Esta colaboración permitió desarrollar vacunas en tiempos récord, construir modelos de propagación epidemiológica, evaluar impactos económicos y analizar las consecuencias sociales derivadas de las medidas de control implementadas (Fochler et al., 2025).

Uno de los aspectos más relevantes de esta experiencia fue la integración entre ciencias biomédicas y ciencias sociales. Aunque el conocimiento médico resultó fundamental para comprender el comportamiento del virus, también fue necesario analizar factores relacionados con el comportamiento humano, la percepción del riesgo, la comunicación pública y las desigualdades sociales que influían sobre la efectividad de las intervenciones sanitarias. Gracias a esta integración, fue posible desarrollar campañas de prevención más efectivas y diseñar políticas adaptadas a diferentes contextos culturales y sociales (Castelo, 2025).

La investigación sobre seguridad alimentaria constituye otro ejemplo sobresaliente de éxito interdisciplinario. El desafío de alimentar a una población mundial en constante crecimiento ha impulsado la colaboración entre agrónomos, ecólogos, nutricionistas, economistas, ingenieros, sociólogos y especialistas en desarrollo rural. Esta cooperación ha permitido desarrollar sistemas agrícolas más productivos y sostenibles, mejorar la eficiencia en el uso de recursos naturales y fortalecer la resiliencia de los sistemas alimentarios frente a fenómenos climáticos extremos (Duarte y Velho, 2009). Las innovaciones derivadas de estos proyectos han contribuido significativamente a mejorar la producción agrícola y reducir los riesgos asociados a la inseguridad alimentaria en diversas regiones del mundo.

La agricultura de precisión constituye un ejemplo concreto de esta integración. Mediante la combinación de tecnologías digitales, conocimientos agronómicos, sistemas de información geográfica y análisis de datos, los investigadores han desarrollado herramientas capaces de optimizar el uso de agua, fertilizantes y otros insumos agrícolas. Estas tecnologías permiten aumentar la productividad al tiempo que reducen impactos ambientales, demostrando cómo la convergencia entre diferentes disciplinas puede generar soluciones innovadoras para problemas complejos (Zemelman, 2021).

Otro ámbito donde la investigación interdisciplinaria ha producido resultados destacados es la conservación de la biodiversidad. La protección de ecosistemas requiere comprender simultáneamente procesos ecológicos, dinámicas económicas, comportamientos sociales y marcos institucionales. Los proyectos más exitosos en este campo han integrado conocimientos provenientes de la biología, la ecología, la geografía, la economía ambiental, la antropología y las ciencias políticas. Gracias a estos enfoques, se han desarrollado estrategias de conservación que consideran tanto la protección de especies como las necesidades de las comunidades humanas que dependen de los recursos naturales para su subsistencia (Zona y Giraldo, 2017).

La gestión sostenible de áreas protegidas ofrece ejemplos particularmente relevantes. En numerosos países, los programas de conservación han evolucionado desde enfoques centrados exclusivamente en la protección ecológica hacia modelos participativos que incorporan a comunidades locales en los procesos de planificación y gestión. Esta transformación ha permitido reducir conflictos sociales, mejorar la efectividad de las medidas de conservación y fortalecer el desarrollo sostenible de las regiones involucradas (Arias y Artigas, 2022). Los resultados obtenidos evidencian que la integración entre ciencias naturales y ciencias sociales puede generar beneficios simultáneos para las personas y los ecosistemas.

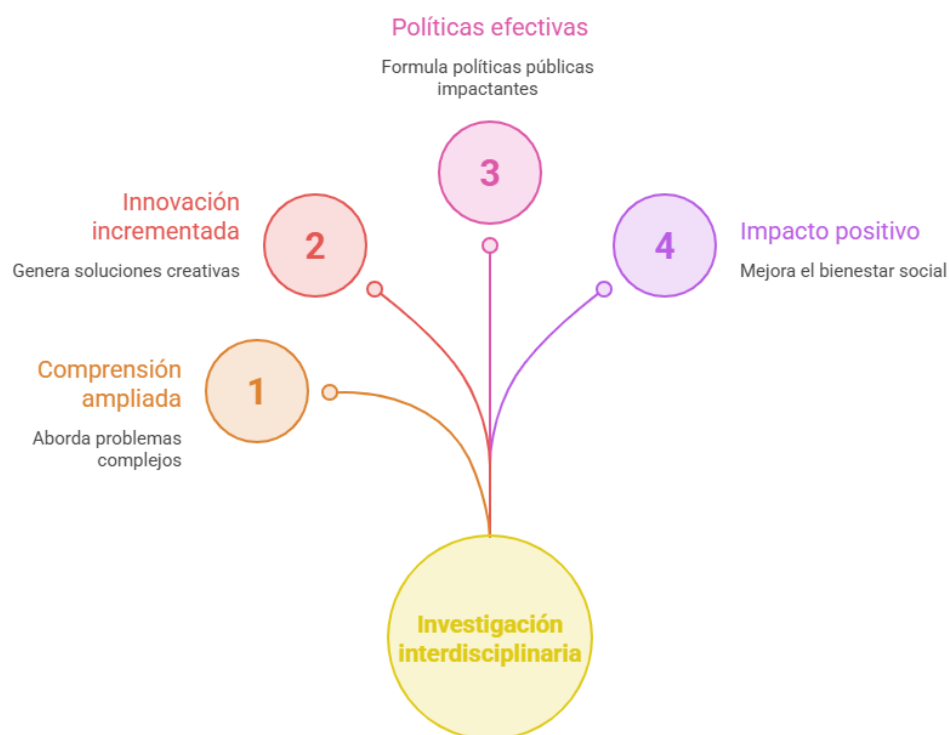
La investigación relacionada con la gestión de recursos hídricos también ha mostrado importantes avances gracias a la interdisciplinariedad. El agua constituye un recurso esencial cuya disponibilidad depende de factores hidrológicos, climáticos, económicos, institucionales y sociales. Los proyectos orientados a mejorar la gestión del agua han reunido a hidrólogos, ingenieros, economistas, sociólogos, urbanistas y especialistas en gobernanza ambiental. Esta colaboración ha permitido desarrollar estrategias más efectivas para enfrentar problemas de escasez, contaminación y distribución desigual del recurso (Schuff y Hubert, 2024).

Las experiencias de gestión integrada de cuencas hidrográficas representan casos especialmente exitosos. Estos enfoques reconocen que la disponibilidad y calidad del agua dependen de procesos que ocurren en diferentes escalas territoriales y sectores productivos. Al integrar información ambiental, económica y social, los investigadores han contribuido a diseñar mecanismos de gestión más eficientes y sostenibles, mejorando simultáneamente la conservación de ecosistemas y el acceso de las poblaciones a recursos hídricos seguros.

El ámbito de la salud pública ofrece múltiples ejemplos de colaboración interdisciplinaria exitosa. Las investigaciones orientadas a combatir enfermedades crónicas, promover estilos de vida saludables y reducir desigualdades sanitarias han incorporado conocimientos provenientes de la medicina, la psicología, la sociología, la nutrición, la educación y las ciencias del comportamiento. Esta integración ha permitido comprender mejor los factores que influyen sobre la salud y diseñar intervenciones más efectivas para mejorar el bienestar de las poblaciones (Castañeda, 1987).

Figura 7

La investigación interdisciplinaria impulsa el progreso social



Nota. La investigación interdisciplinaria favorece la comprensión integral, la innovación, las políticas efectivas y el bienestar social.

Las estrategias de prevención de enfermedades no transmisibles constituyen un ejemplo particularmente relevante. Problemas como la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares no pueden explicarse únicamente mediante factores biológicos. También intervienen elementos relacionados con hábitos de consumo, contextos urbanos, niveles educativos, condiciones laborales y patrones culturales (García et al., 2023). Gracias a la integración de diferentes disciplinas, se han desarrollado programas de

intervención más completos capaces de abordar simultáneamente múltiples determinantes de la salud.

La planificación urbana sostenible representa otro campo donde la interdisciplinariedad ha generado resultados significativos. Las ciudades contemporáneas enfrentan desafíos relacionados con movilidad, vivienda, contaminación, energía, gestión de residuos y cohesión social. Para abordar estos problemas, numerosos proyectos han reunido a arquitectos, urbanistas, ingenieros, sociólogos, economistas y especialistas ambientales. Esta colaboración ha permitido desarrollar modelos de ciudades más resilientes, inclusivas y sostenibles (Tapia y Recalde, 2024).

Las iniciativas de ciudades inteligentes constituyen uno de los ejemplos más visibles de esta tendencia. Mediante la integración de tecnologías digitales, planificación urbana y análisis social, se han implementado sistemas capaces de optimizar servicios públicos, mejorar la movilidad y reducir impactos ambientales. Estas experiencias demuestran cómo la convergencia entre disciplinas tecnológicas y sociales puede contribuir al desarrollo urbano sostenible (Sánchez, 2012).

La transición energética constituye otro ámbito donde la investigación interdisciplinaria ha desempeñado un papel fundamental. La necesidad de reducir emisiones de gases de efecto invernadero ha impulsado investigaciones que combinan ingeniería, economía, ciencias ambientales, sociología y políticas públicas. Gracias a estos esfuerzos, se han desarrollado tecnologías renovables más eficientes y estrategias orientadas a facilitar la adopción de sistemas energéticos sostenibles. La implementación exitosa de energías solar, eólica y otras fuentes limpias depende no solo de innovaciones tecnológicas, sino también de factores económicos, regulatorios y sociales que requieren análisis integrados (Falcón y Serpa, 2021).

La investigación sobre economía circular representa un caso reciente de éxito interdisciplinario. Este enfoque busca transformar los sistemas productivos tradicionales mediante estrategias de reutilización, reciclaje y aprovechamiento eficiente de recursos. Su desarrollo ha requerido la colaboración entre ingenieros, economistas, administradores, especialistas ambientales y diseñadores industriales (Hu, 2021). Los resultados obtenidos han permitido reducir residuos, optimizar procesos productivos y generar nuevas oportunidades económicas basadas en principios de sostenibilidad.

En América Latina también existen importantes ejemplos de investigación interdisciplinaria aplicada a problemas regionales. Diversos proyectos orientados a la conservación de bosques tropicales, la adaptación al cambio climático, la reducción de la pobreza rural y la gestión sostenible de recursos naturales han demostrado la eficacia de los enfoques colaborativos. Estas experiencias han integrado conocimientos científicos con saberes locales y tradicionales, generando soluciones adaptadas a las características específicas de cada territorio.

En el caso de Ecuador, varios proyectos relacionados con la conservación de ecosistemas estratégicos, la gestión sostenible de cuencas hidrográficas y el desarrollo comunitario han incorporado exitosamente enfoques interdisciplinarios. La protección de áreas de alta biodiversidad, como los ecosistemas andinos y amazónicos, ha requerido la participación conjunta de biólogos, geógrafos, sociólogos, economistas y líderes comunitarios. Estas iniciativas han contribuido simultáneamente a la conservación ambiental y al fortalecimiento de medios de vida sostenibles para las poblaciones locales (García et al., 2023).

Un elemento común en todos estos casos exitosos es la capacidad de construir espacios de diálogo entre diferentes formas de conocimiento. La investigación interdisciplinaria efectiva no consiste únicamente en reunir especialistas de distintas áreas, sino en desarrollar mecanismos que permitan integrar perspectivas diversas dentro de marcos analíticos compartidos. Esta capacidad de colaboración constituye uno de los principales factores que explican el éxito de numerosos proyectos orientados a resolver problemas complejos (Flores y Gallegos, 1993).

Los resultados alcanzados por estas experiencias demuestran que la interdisciplinariedad no debe considerarse únicamente una tendencia académica, sino una necesidad práctica frente a los desafíos contemporáneos. Los problemas globales actuales poseen características que exceden los límites de cualquier disciplina individual, haciendo indispensable la cooperación entre diferentes áreas del conocimiento (Lakatos, 1978). La evidencia acumulada durante las últimas décadas muestra que los enfoques interdisciplinarios incrementan significativamente la capacidad para comprender fenómenos complejos, generar innovaciones relevantes y producir impactos positivos en la sociedad.

Capítulo

3

Innovación, tecnología y convergencia científica



Transformación digital de la investigación

La transformación digital de la investigación puede definirse, a partir de la evidencia reciente, como el paso desde procesos fragmentados y mayoritariamente locales hacia ecosistemas de investigación conectados, trazables, computables y reutilizables. Esta transformación no se limita a digitalizar instrumentos o documentos; implica rediseñar el ciclo completo de producción de conocimiento para que los datos, protocolos, análisis, decisiones y productos científicos circulen dentro de infraestructuras interoperables. Los desarrollos recientes sobre “science of science” muestran precisamente esa transición desde enfoques más teóricos hacia esquemas intensivos en datos y métodos apoyados por IA, lo que confirma que la digitalización ha modificado tanto el objeto de estudio como la forma de estudiarlo (Falcón y Serpa, 2021).

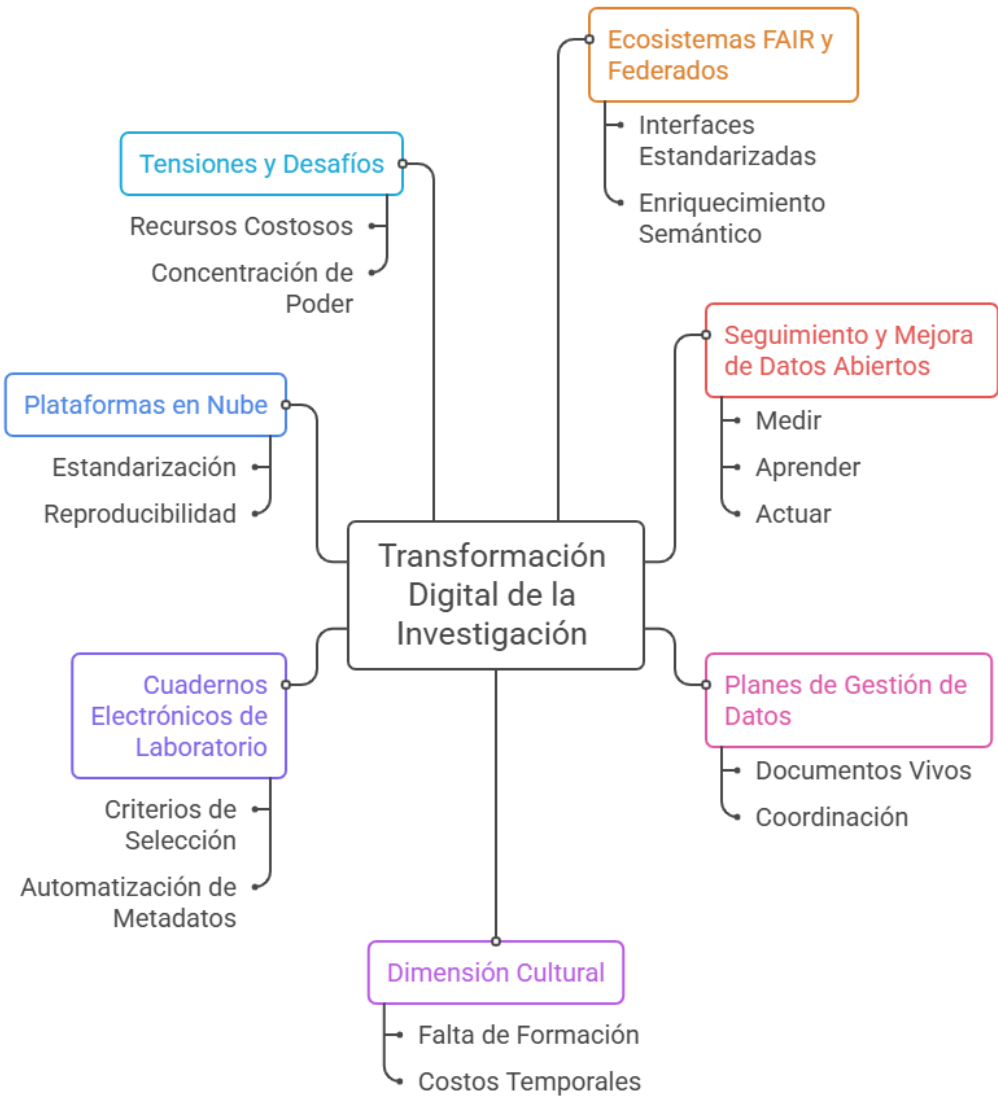
Uno de los núcleos de esta transformación es el paso a ecosistemas FAIR y federados. La propuesta reciente de ecosistemas de datos FAIR y federados para investigación interdisciplinaria sostiene que la integración eficaz no exige homogeneizarlo todo bajo una sola base centralizada, sino articular nodos autónomos mediante interfaces estandarizadas, enriquecimiento semántico y modelos de gobernanza que permitan interoperabilidad sin perder control local sobre datos y recursos computacionales. Esta lógica es especialmente importante en la investigación interdisciplinaria, porque cada disciplina conserva taxonomías, sensibilidades éticas, formatos de registro y prácticas analíticas distintas. La federación aparece, así como una solución técnica y política a la vez: permite integración, pero respetando la diversidad epistémica y organizacional de los campos involucrados (Canga et al., 2025).

La misma dirección se observa en los estudios sobre seguimiento y mejora de datos abiertos y FAIR en ecosistemas de investigación federados. El trabajo publicado en *Data Science Journal* en 2024 describe un enfoque de tres pasos —medir, aprender y actuar— para monitorear en qué repositorios se publican los datos, qué criterios FAIR cumplen y dónde están las brechas sistemáticas. El aporte más relevante para la interdisciplinariedad es que la mejora de la calidad de datos ya no depende solo de exhortaciones normativas, sino de tableros, cosecha automatizada de metadatos y evaluación continua de la infraestructura informacional (Castañeda, 1987). Dicho de otro modo: la transformación digital crea una capa reflexiva sobre la propia producción científica, de modo que la

investigación puede medir y corregir sus déficits de apertura, interoperabilidad y reutilización.

Figura 8

Transformación digital de la investigación



Nota. La transformación digital de la investigación implica la adopción de tecnologías, gestión de datos y modelos colaborativos que optimizan los procesos científicos. Elaboración propia.

Los planes de gestión de datos también han adquirido una función más estratégica que burocrática. En dos proyectos colaborativos analizados en 2023, los autores muestran que un plan de gestión uniforme entre múltiples instituciones rara vez es viable, porque las políticas, los almacenamientos y las necesidades disciplinares difieren demasiado. Sin embargo, el estudio concluye que los DMPs funcionan como documentos vivos que

ordenan decisiones, previenen trabajo redundante, facilitan la continuidad ante cambios de personal y mejoran la visibilidad de los resultados. Para la investigación interdisciplinaria, esto es crucial: la coordinación entre equipos ya no depende solamente de reuniones o acuerdos verbales, sino de documentos evolutivos que estabilizan una parte del trabajo colectivo (Echeverri, 2018).

La dimensión cultural de esta transformación aparece con claridad en el estudio sobre obstáculos de participación plena en la “vida” de la ciencia abierta entre investigadores de carrera temprana. Ese trabajo identifica como barreras más frecuentes la falta de formación y conciencia, el alto costo temporal y la ausencia de incentivos adecuados, mostrando que la apertura no fracasa por razones puramente técnicas. Esto es particularmente importante en entornos interdisciplinarios, donde los investigadores deben aprender a compartir datos, protocolos y criterios de validación con comunidades que no siempre usan los mismos lenguajes o estándares. La digitalización puede hacer posible la colaboración, pero no la vuelve automática; necesita acompañarse de formación, reconocimiento y cambios en la evaluación académica (Bermejo et al., 2014).

Otra pieza mayor de la transformación digital es la adopción de cuadernos electrónicos de laboratorio. La literatura de 2024 y 2025 muestra dos vertientes complementarias. Por un lado, una guía de reglas para la implementación de ELNs insiste en la necesidad de definir criterios de selección, probar la usabilidad real, tratar adecuadamente datos sensibles y evaluar el encaje del sistema en el ciclo de vida de los datos. Por otro, una solución adaptable publicada en 2025 muestra cómo un ELN puede automatizar la captura de metadatos, vincular experimentos principales y complementarios mediante identificadores persistentes, exponer los datos en interfaz web e integrarse con Jupyter para análisis reproducibles. Juntas, ambas contribuciones revelan que el cuaderno digital ya no es solo un sustituto del cuaderno en papel: es un centro de articulación entre documentación, trazabilidad, análisis y reutilización (Arrigui y Mosquera, 2022).

Las plataformas en nube orientadas a comunidades científicas son otro signo inequívoco de cambio estructural. El caso de *brainlife.io*, descrito en *Nature Methods* en 2024, es ilustrativo porque integra estandarización, gestión, visualización, procesamiento y rastreo automático de procedencia para miles de objetos de datos, y evalúa su utilidad científica mediante cuatro modalidades y 3.200 participantes. El valor de este tipo de plataforma reside en que vuelve visible y operable la procedencia de los datos, una condición central para la reproducibilidad y para la colaboración interdisciplinaria a escala. Cuando los

equipos no comparten solo resultados finales, sino también historial analítico, transformaciones, visualizaciones y dependencias computacionales, la investigación se vuelve más auditable y también más integrable (Arrigui y Mosquera, 2022).

Ahora bien, la digitalización no avanza sin tensiones. Un artículo de 2025 sobre cómo la ciencia abierta puede quedar rezagada en la era de la IA advierte que la nueva fase “plataforma” de la investigación depende crecientemente de recursos costosos — modelos, cómputo, datos y talento— dominados por la industria (Falcón y Serpa, 2021). El mismo trabajo argumenta que esta situación amenaza la apertura, la reproducibilidad y el acceso equitativo, e insiste en la necesidad de infraestructuras públicas, portales abiertos y modelos fundacionales científicos bajo principios FAIR. La transformación digital, por tanto, tiene una ambivalencia constitutiva: puede ampliar la cooperación y el acceso, pero también puede concentrar poder epistémico y técnico en unos pocos actores si no se acompaña de gobernanza pública y diseño institucional adecuado.

Inteligencia artificial como herramienta interdisciplinaria

La inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta interdisciplinaria no solo porque pueda aplicarse en áreas diversas, sino porque permite establecer puentes metodológicos entre dominios antes escasamente compatibles. La revisión sistemática publicada en *Frontiers in Digital Health* en 2025 documenta que la integración de IA con medicina, psicología, agricultura, matemáticas, física y economía está modificando metodologías, problemas y formas de colaboración (Bermejo et al., 2014). El punto decisivo no es simplemente que la IA “sirva” para muchas disciplinas, sino que su lógica de modelado, clasificación, predicción y síntesis crea un terreno compartido sobre el cual investigadores con distintas formaciones pueden construir proyectos comunes.

Un segundo aporte fundamental proviene del análisis sobre el papel de los grandes modelos de lenguaje en el método científico. Ese artículo, publicado en *npj Artificial Intelligence* en 2025, sostiene que los LLMs están siendo incorporados en distintas etapas del ciclo científico, desde la exploración bibliográfica y la generación de hipótesis hasta el diseño experimental, el análisis y la redacción. El trabajo insiste, sin embargo, en que su utilidad real depende de una integración profunda con objetivos científicos humanos, métricas claras de evaluación y sistemas híbridos que combinen técnicas basadas en datos y componentes simbólicos (Bautista, 2021). Esta idea es extremadamente importante para la interdisciplinariedad: la IA no se presenta como sujeto autónomo de conocimiento, sino

como interfaz que permite relacionar representaciones, lenguajes y preguntas de distintos campos bajo una arquitectura común de trabajo científico.

La revisión de 2026 en *Journal of Data Science* refuerza esta perspectiva al proponer un marco de tres fases para la IA en ciencia: una etapa “kepleriana”, centrada en reconocimiento de patrones; una fase “edisoniana”, orientada a experimentación autónoma; y una fase “einsteiniana”, asociada a innovaciones fundacionales. Más allá de los nombres, el valor del modelo es mostrar que la IA científica está pasando de apoyar tareas aisladas a intervenir sobre la arquitectura misma del descubrimiento. La revisión también advierte que esta transición conlleva desafíos éticos, ambientales y de privacidad de datos, lo que vuelve indispensable una adopción responsable. Eso significa que la IA interdisciplinaria no puede evaluarse solo por su rendimiento técnico; debe juzgarse también por su capacidad para sostener prácticas científicas confiables, sostenibles y justas (Bautista, 2021).

Una consecuencia inmediata de esta expansión es la emergencia de la investigación asistida por IA como nuevo entorno de trabajo. La revisión sistemática sobre uso de LLMs en revisiones científicas identificó 172 estudios elegibles y halló que la automatización se concentra especialmente en la búsqueda de publicaciones y en la extracción de datos (Bermúdez, 2021). El resultado más sugerente no es solo cuantitativo, sino organizacional: la síntesis de evidencia, una tarea históricamente intensiva en tiempo humano, está siendo reconfigurada por sistemas que aceleran cribado, clasificación y extracción inicial, aunque todavía muestran limitaciones ante datos numéricos complejos y requieren supervisión experta. Para proyectos interdisciplinarios, esto reduce parte del costo de entrada a literaturas ajenas y facilita construir mapas de evidencia más amplios en menos tiempo.

Sin embargo, la literatura es consistente en advertir que la rapidez no equivale a autonomía confiable. La revisión sobre cribado de revisiones sistemáticas en 2025 subraya que los LLMs pueden operar en modos *zero-shot* o *few-shot* para clasificar resúmenes con notable eficiencia, pero insiste en que el control de calidad humano sigue siendo indispensable para preservar la integridad metodológica. Del mismo modo, el artículo sobre LLMs en revisión por pares señala que estos modelos pueden aportar en cribado inicial, emparejamiento de revisores, apoyo a retroalimentación y revisión lingüística, pero enfrentan límites claros para juzgar validez científica, además de riesgos de sesgo, privacidad y confidencialidad. En otras palabras, la IA amplía la capacidad

operativa de la ciencia interdisciplinaria, pero no elimina la necesidad de comunidades expertas capaces de deliberar sobre significado, pertinencia y evidencia (Bermúdez, 2021).

La IA también está modificando el equilibrio entre disciplinas al posibilitar formas de análisis multimodal más próximas a cómo se presentan los fenómenos reales. En medicina, por ejemplo, la disponibilidad de imágenes, registros clínicos, biosensores, textos y datos ómicos ha favorecido el desarrollo de IA multimodal para representar la complejidad de la salud y la enfermedad. Aunque este fenómeno se estudia sobre todo en biomedicina, su importancia es más general: ilustra cómo la IA se vuelve verdaderamente interdisciplinaria cuando puede combinar modalidades heterogéneas en una representación analítica común. La lógica de esta integración es aplicable a otras áreas, desde sostenibilidad y políticas públicas hasta educación, ciencias sociales computacionales y estudios ambientales (Arias y Artigas, 2022).

Aun así, la expansión de la IA como herramienta transversal no ocurre sobre un terreno neutral. El artículo de *Frontiers in Research Metrics and Analytics* sobre el rezago de la ciencia abierta frente a la IA advierte que la dominancia industrial sobre cómputo, modelos y datos puede convertir la interdisciplinariedad en un espacio asimétrico, donde unas áreas acceden a herramientas avanzadas y otras quedan relegadas. El problema no es menor: si la infraestructura de IA se concentra, la convergencia entre disciplinas puede terminar organizada por plataformas opacas, intereses comerciales y barreras de acceso que restringen la experimentación académica (Bermúdez, 2021). De ahí que la discusión contemporánea sobre IA interdisciplinaria deba incluir no solo modelos y métodos, sino también infraestructura, acceso, licencias, recursos y soberanía científica.

Ciencia de datos y análisis integrados

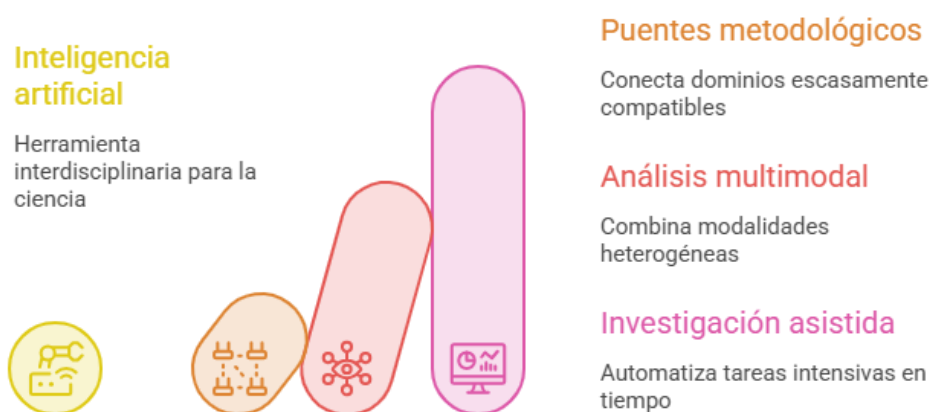
Si la IA es el motor visible de la nueva interdisciplinariedad, la ciencia de datos es la gramática que permite su funcionamiento cotidiano. Los entornos de investigación actuales dependen de que los datos puedan describirse, enlazarse, rastrearse, combinarse y reinterpretarse a través de contextos disciplinares distintos. La revisión de 2026 sobre sistemas de información de la investigación y grafos de conocimiento es especialmente útil porque muestra que identificadores persistentes, servicios de gestión de datos, bases bibliográficas y grafos de conocimiento forman un entramado coherente que apoya todo el ciclo de comunicación científica (Bachelard, 1938). Estos sistemas incrementan

descubribilidad, reproducibilidad, síntesis de conocimiento, citación y atribución, y lo hacen precisamente conectando artefactos científicos antes dispersos.

La importancia de esos sistemas para la interdisciplinariedad es doble. Primero, porque convierten la diversidad de productos de investigación —artículos, datasets, código, informes, protocolos— en objetos enlazables dentro de una red común. Segundo, porque estas redes no son meros catálogos: constituyen estructuras semánticas que permiten identificar relaciones, dependencias y trayectorias de conocimiento entre campos. La integración ya no depende únicamente de que un investigador “lea fuera” de su disciplina, sino de que existan infraestructuras capaces de mostrar conexiones significativas entre artefactos y dominios. En ese sentido, los grafos de conocimiento son una tecnología de convergencia porque permiten navegar de forma estructurada entre áreas que antes se encontraban separadas por taxonomías rígidas (Abarca, 2025).

Figura 9

La IA impulsa la investigación interdisciplinaria



Nota. La inteligencia artificial fortalece la investigación interdisciplinaria mediante integración metodológica, análisis multimodal y automatización de procesos.

La dimensión más operativa de esta tendencia aparece en los ecosistemas FAIR y federados. El artículo de 2026 en *PLOS Computational Biology* sostiene que la integración interdisciplinaria necesita metadatos adaptativos, interacción simplificada, seguridad robusta, transacciones transparentes y arquitecturas capaces de soportar tanto paradigmas “compute-to-data” como “data-to-compute”. El mensaje de fondo es que la integración de datos no es solo una cuestión de almacenamiento, sino de arquitectura analítica: en un contexto de sensibilidad ética, heterogeneidad disciplinar y escalabilidad

computacional, la ciencia de datos debe diseñarse para mover procesos hacia los datos o viceversa según convenga (Giordano, 2023). Tal flexibilidad es un requisito clave en investigaciones donde conviven datos clínicos, ambientales, sociales o educativos con restricciones y formatos muy distintos.

La multimodalidad constituye quizá el ejemplo más visible de análisis integrado. La encuesta de *International Journal of Computer Vision* de 2024 explica que el aprendizaje multimodal en biomedicina debe enfrentar problemas de representación, fusión, traducción, alineamiento y coaprendizaje entre modalidades. Por su parte, la revisión de *Information* de 2025 muestra que los enfoques multimodales tienden a superar a los unimodales en rendimiento diagnóstico, robustez y generalización, precisamente porque aprovechan complementariedades entre imágenes, registros electrónicos, señales fisiológicas y narrativas clínicas. Aunque estos artículos se centran en salud, su interés metodológico excede ese campo: demuestran que la integración de modalidades heterogéneas no es un lujo técnico, sino una estrategia para aproximarse mejor a fenómenos complejos que ninguna fuente aislada logra captar suficientemente (Kuhn, 1962).

La revisión de 2026 en *Frontiers in Medicine* profundiza esa idea al proponer un marco orientado a tareas clínicas y mostrar que la multimodalidad mejora precisión diagnóstica, predicción pronóstica y utilidad clínica al integrar imágenes, EHRs, datos ómicos, biosensores y narrativas. El artículo subraya además que estas integraciones permiten modelar heterogeneidad estructural, molecular y fenotípica de forma más holística. Trasladado al plano general de la investigación interdisciplinaria, el argumento es claro: los problemas complejos exigen esquemas analíticos capaces de combinar fuentes con gran variabilidad dimensional y semántica. La ciencia de datos integrada, por tanto, no reemplaza la teoría, pero amplía la capacidad de construir evidencia más rica y multiescalar (Vega et al., 2024; Calva et al., 2018).

La fusión de datos de sensores amplía aún más este panorama. El trabajo de 2024 en *Sensors* señala que el análisis de fusión de datos abarca almacenamiento e indexación de fuentes diversas, ingeniería de características e integración multimodal, e identifica como retos persistentes la calidad de datos, el ruido, la interferencia, los errores de calibración y los valores atípicos (Giordano, 2023). En la práctica interdisciplinaria, esto significa que la convergencia no puede medirse solo por la cantidad de datos disponibles, sino por la calidad de su integración y por la capacidad de tratar incertidumbres específicas de

cada modalidad. La complejidad de los fenómenos exige más datos, sí, pero también mejores criterios para ensamblarlos.

Otra enseñanza relevante proviene de la gestión de datos a lo largo del ciclo de vida. El estudio de 2025 sobre prácticas de RDM en una alianza internacional de educación superior, basado en 39 entrevistas, muestra que compartir datos dentro de equipos puede convertirse en obstáculo para la colaboración por diferencias internacionales y problemas técnicos; además, existen reservas ante la publicación abierta y desconfianza hacia datos ajenos. Estos hallazgos revelan que el análisis integrado no es solo un problema algorítmico, sino también organizacional y cultural. En la investigación interdisciplinaria, los datos no fluyen simplemente porque la tecnología lo permita; fluyen cuando existen confianza, alfabetización en datos, estándares comprensibles y mecanismos de atribución y responsabilidad (Echeverri, 2018).

Finalmente, la ciencia de datos también puede utilizarse para mapear la propia integración interdisciplinaria. El artículo de 2025 en *PLOS ONE* sobre transferencia, brechas y silos de conocimiento en redes de citación propone detectar comunidades dinámicas y estudiar cómo circulan ideas entre áreas. Su relevancia para este capítulo es directa: muestra que la convergencia del conocimiento puede observarse empíricamente y que es posible identificar silos, vacíos de transferencia y oportunidades de polinización cruzada. En otras palabras, la ciencia de datos no solo integra objetos de investigación; también ayuda a diagnosticar cuándo la interdisciplinaria está ocurriendo realmente y cuándo solo se la invoca discursivamente (Bermejo et al., 2014).

Tecnologías emergentes para la producción científica

La producción científica contemporánea se apoya cada vez más en tecnologías que no solo facilitan tareas puntuales, sino que reconfiguran el modo en que la ciencia se planifica, ejecuta, documenta y difunde. Entre las más relevantes destacan los laboratorios autodirigidos, los cuadernos electrónicos interoperables, las plataformas colaborativas con control de versiones, los entornos en nube con trazabilidad de procedencia, las herramientas de síntesis abierta y los sistemas de apoyo automatizado a la revisión. Estas tecnologías importan porque desplazan la producción científica desde un esquema artesanal y secuencial hacia otro más modular, automatizado y relaciona (Concari, 2001)l.

Los *self-driving labs* representan quizá el ejemplo más avanzado de esa reconfiguración. El artículo de *Nature Communications* de 2025 sobre aceleración y accesibilidad de la ciencia con laboratorios autodirigidos describe una evolución desde planes experimentales al azar hacia diseños estadísticos y plataformas fuertemente automatizadas, capaces de integrar planificación, ejecución y aprendizaje. La importancia de esta tecnología no reside solo en la velocidad. Su verdadero valor es que convierte el experimento en un ciclo cerrable entre datos, algoritmo, instrumentación y decisión, con potencial para aumentar reproducibilidad, escalar exploraciones complejas y democratizar ciertas capacidades si las infraestructuras llegan a estar ampliamente disponibles. Para la interdisciplinariedad, los *self-driving labs* son importantes porque combinan química, ciencia de materiales, robótica, estadística, informática y aprendizaje automático en una sola cadena de trabajo (García et al., 2023).

Los cuadernos electrónicos y las plataformas abiertas de trabajo cumplen una función distinta pero complementaria: organizar la memoria de la investigación. La guía de 2024 sobre implementación de ELNs insiste en que su adopción efectiva requiere criterios de selección, pruebas de uso real, tratamiento de datos sensibles, integración con flujos ya existentes y procesos sistemáticos de retroalimentación. El artículo de 2025 sobre una solución adaptable de ELN da un paso más al mostrar que estos sistemas pueden automatizar la extracción de metadatos, enlazar experimentos relacionados, generar auditorías legibles y abrir los datos a exploración web y análisis en Jupyter. Juntos, ambos trabajos muestran que las tecnologías emergentes de producción científica no pueden evaluarse solo por su sofisticación, sino por su capacidad para reducir carga documental, aumentar trazabilidad y mantener la ciencia interpretable para equipos amplios (Echeverri, 2018).

Un giro particularmente interesante es la apropiación de herramientas originalmente creadas para desarrollo de software. En 2025, *PLOS Biology* publicó una propuesta para usar GitHub como plataforma de investigación de laboratorio, destacando funciones como *issues* para diseñar y organizar experimentos, control de versiones para documentación y contenedores para entornos reproducibles. El artículo argumenta que muchos de los problemas típicos de la investigación —fragmentación de información, baja interoperabilidad, dificultad para rastrear cambios o reproducir análisis— pueden mitigarse si se trasladan prácticas de ingeniería de software al trabajo científico. Esta idea es altamente significativa para la convergencia científica: la producción de conocimiento

se tecnifica no solo con nuevos dispositivos, sino con nuevas lógicas organizacionales basadas en modularidad, versionado y documentación abierta (García et al., 2023).

Otra tecnología emergente relevante es la metainvestigación abierta. El artículo de 2024 sobre *open meta-analyses* subraya que la potencia de la síntesis cuantitativa depende cada vez más de prácticas de ciencia abierta que vuelvan transparentes los protocolos, datos, decisiones y actualizaciones analíticas. Para la producción científica interdisciplinaria esto tiene una implicación directa: las revisiones y meta-análisis dejan de ser productos terminales y pasan a convertirse en infraestructuras vivas de conocimiento que pueden verificarse, ampliarse y reutilizarse. En un contexto de sobreproducción bibliográfica, este tipo de apertura no es un añadido ético marginal, sino una condición para que la evidencia siga siendo navegable y acumulativa (Hu, 2021; Schuff y Hubert, 2024).

Tabla 3
Tecnologías emergentes aplicadas a la producción científica

Tecnología	Función principal	Beneficio para la investigación
Laboratorios autodirigidos	Automatización de experimentos	Mayor velocidad y reproducibilidad
Cuadernos electrónicos (ELN)	Registro y gestión de datos	Mejor trazabilidad y organización
Plataformas con control de versiones	Seguimiento de cambios y colaboración	Reproducibilidad y trabajo en equipo
Meta-análisis abiertos	Síntesis y actualización de evidencia	Transparencia y reutilización de datos
IA en revisión por pares	Apoyo a procesos editoriales	Mayor eficiencia en la evaluación científica

Nota. La tabla resume las principales tecnologías que están transformando la generación, gestión y evaluación del conocimiento científico.

Las tecnologías emergentes también están transformando la evaluación editorial. La revisión de 2025 sobre LLMs en revisión por pares sostiene que estas herramientas

pueden asistir en cribado inicial, asignación de revisores, apoyo lingüístico y redacción de comentarios, mientras que el amplio debate recogido en 2025 sobre el presente y futuro del *peer review* muestra que el sistema está abierto a reformas, experimentos y modelos alternativos. El punto clave aquí es que la producción científica ya no termina en la generación de resultados; incluye circuitos de evaluación cada vez más tecnológicamente mediados. Esto obliga a rediseñar criterios de integridad, transparencia y responsabilidad para que la automatización no erosione la legitimidad del arbitraje (Madrid, 2018; Palamidessi et al., 2014).

La preservación del conocimiento se ha convertido, además, en una tecnología estratégica. El artículo de *Nature Communications* de 2026 sobre preservación del conocimiento en la era de la gran ciencia y la IA advierte que el crecimiento del volumen y de la complejidad de datos, modelos y automatización está desbordando los mecanismos tradicionales de archivo, diseminación y memoria científica. El problema es profundo: si la ciencia produce más de lo que puede preservar de manera interpretable, entonces parte de su potencial innovador se pierde. Por eso la producción científica del futuro no dependerá únicamente de cuán rápido se generen descubrimientos, sino también de cuán bien se preserven sus contextos, sus artefactos y sus rutas de validación para futuras comunidades de investigación (Humpiri y Humpri, 2021).

En síntesis, las tecnologías emergentes para la producción científica combinan automatización experimental, documentación estructurada, reproducibilidad computacional, síntesis abierta y mediación algorítmica del arbitraje. Su mayor aporte a la investigación interdisciplinaria radica en que disminuyen el costo de coordinar heterogeneidades: distintas disciplinas pueden colaborar mejor cuando comparten entornos de registro, trazabilidad, análisis y evaluación que vuelven más visibles los supuestos y más reutilizables los resultados (de la Cruz, 2017). Pero precisamente por eso estas tecnologías exigen gobernanza. Sin criterios de transparencia, acceso y responsabilidad, la promesa de eficiencia puede derivar en nuevas opacidades.

Innovación basada en la convergencia del conocimiento

La convergencia del conocimiento no es una simple suma de disciplinas, sino una forma de investigación orientada por problemas complejos que obliga a integrar marcos conceptuales, métodos, escalas de análisis y actores sociales diversos. La literatura reciente en *Ecology and Society* define la investigación convergente como aquella

diseñada para fomentar nuevas formas de pensamiento mediante marcos y modelos conceptuales novedosos que impulsan innovación. Esa definición es importante porque desplaza la idea de interdisciplinariedad desde la cooperación puntual hacia la creación de configuraciones cognitivas nuevas. Innovar, en este contexto, no significa solo aplicar tecnología avanzada, sino producir síntesis conceptuales y operativas que ninguna disciplina aislada podría generar (Wang y Ho, 2024).

La convergencia se vuelve especialmente visible cuando la investigación incorpora coproducción de conocimiento con actores no académicos. El artículo de 2024 sobre investigación convergente como coproducción transdisciplinaria en sistemas socioecológicos sostiene que la gobernanza colaborativa eficaz requiere visiones compartidas, aprendizaje social y conocimiento coproducido entre disciplinas y partes interesadas. Esta formulación amplía la noción de innovación científica: ya no se limita a laboratorios o publicaciones, sino que incluye la capacidad de vincular conocimiento aplicado, saberes científicos y experiencia social para enfrentar sistemas complejos en transformación (Zona y Giraldo, 2017). La convergencia, por tanto, tiene una dimensión cognitiva, organizativa y política al mismo tiempo.

La institucionalización de esta coproducción es uno de los desafíos centrales del presente. El estudio de *Ambio* de 2025 sobre institucionalización emergente de la coproducción de conocimiento en investigación para la sostenibilidad muestra que los esfuerzos exitosos requieren actuar en múltiples dominios, desde gobernanza y recursos hasta cultura organizacional. El hallazgo principal es que no basta con financiar proyectos “interdisciplinarios”; se necesitan estructuras y prácticas que vuelvan habitual la interacción entre productores y usuarios del conocimiento. En términos de innovación, esto significa que la convergencia no puede depender solo del entusiasmo de equipos excepcionales: debe formar parte de la arquitectura institucional de la ciencia (Santos, 2009).

Los procesos de construcción de agendas comunes ilustran bien esta exigencia. El artículo de 2025 sobre alianzas universitarias europeas y enfoque *challenge-driven* describe cómo estas alianzas buscan alinear educación e investigación con necesidades sociales, construir agendas científicas comunes y activar equipos multidisciplinares para abordar problemas complejos vinculados con sostenibilidad, investigación inter y transdisciplinaria e innovación responsable. Lo más interesante del estudio es que también enumera barreras: colaboración interinstitucional difícil, políticas institucionales

diversas y prioridades no siempre alineadas (Sánchez, 2012). De ello se desprende una lección clave: la convergencia no ocurre por simple proximidad temática, sino mediante procesos deliberados de coordinación, traducción y diseño colectivo.

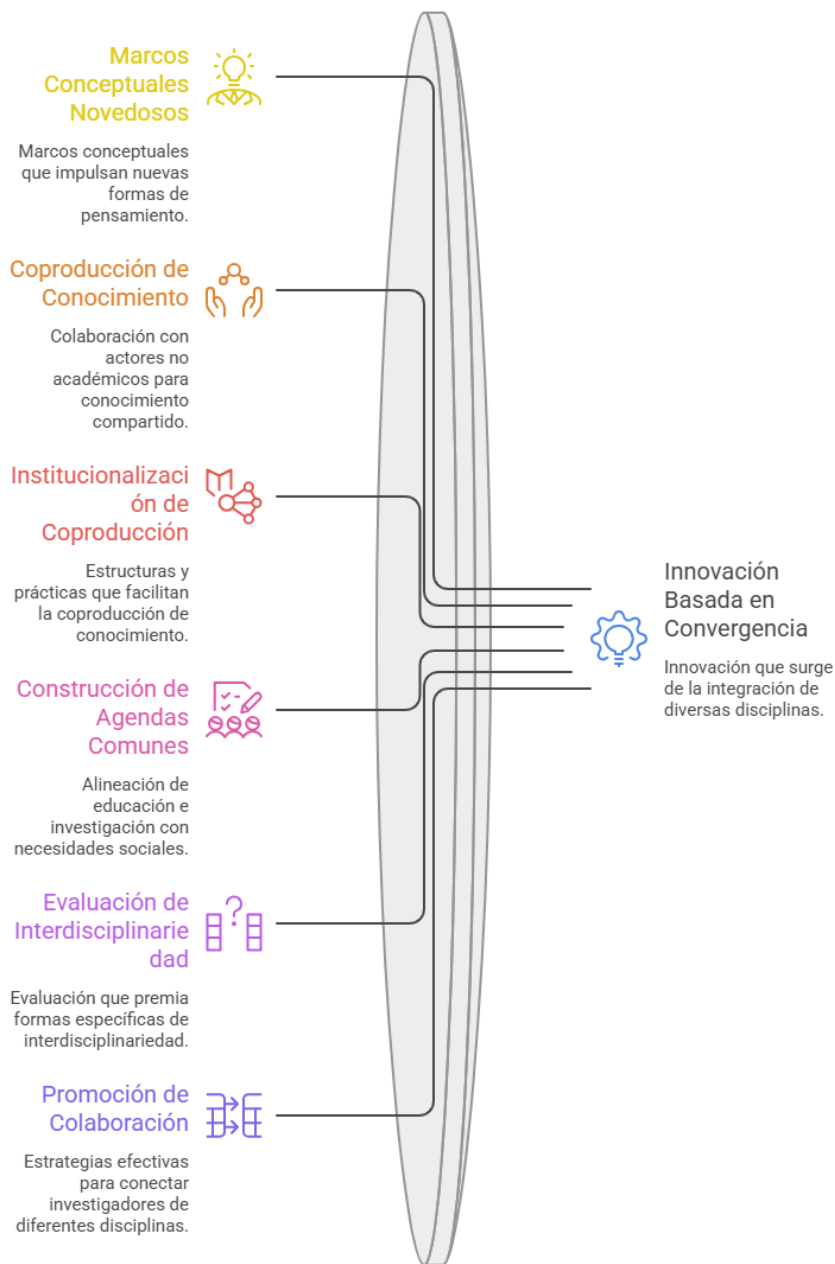
La innovación basada en convergencia también exige revisar cómo se evalúa la interdisciplinariedad. El estudio publicado en *PNAS* en 2025 encuentra un resultado matizado: un mayor nivel de interdisciplinariedad en la base de conocimiento —medida por las referencias— se asocia con mayor probabilidad de aceptación, mientras que una mayor interdisciplinariedad temática puede asociarse con menores probabilidades de aceptación. Este hallazgo es sumamente relevante porque desmonta una narrativa simplista según la cual toda interdisciplinariedad sería igualmente valorada. La evidencia sugiere que las instituciones científicas pueden premiar ciertas formas de combinación epistemológica y penalizar otras, sobre todo cuando éstas desafían fronteras simbólicas o criterios de evaluación establecidos (de la Cruz, 2017).

Esa tensión conecta con un problema más amplio: seguimos sabiendo menos de lo deseable sobre cómo promover colaboraciones interdisciplinarias nuevas y sostenibles. La revisión sistemática de 2024 sobre promoción de la colaboración interdisciplinaria concluye que existe una literatura muy teorizada, pero insuficientemente operacionalizada, con pocos estudios empíricos sólidos sobre estrategias efectivas para conectar investigadores de diferentes disciplinas (Santos, 2009). El artículo insiste en que hacen falta mejores definiciones, preguntas más precisas y más experimentación práctica para entender qué condiciones favorecen realmente la formación de equipos productivos. Para un enfoque de convergencia del conocimiento, esto implica que la innovación no surgirá de eslóganes institucionales, sino de políticas concretas de articulación, incentivos, mediación y evaluación.

La convergencia también puede observarse mediante herramientas analíticas de mapeo del conocimiento. El trabajo de 2025 en *PLOS ONE* sobre brechas y silos en redes de citación muestra que ciertas áreas interdisciplinarias presentan transferencia limitada entre temas fundacionales y aplicaciones contemporáneas, además de silos y lagunas que frenan la integración (de la Cruz, 2017). Esto refuerza una idea central de este capítulo: innovar por convergencia no es solo reunir diversidad, sino identificar zonas donde la transferencia de conocimiento aún no ocurre y diseñar mecanismos para propiciarla. Las brechas entre áreas relacionadas pueden ser, precisamente, el espacio más fértil para la innovación futura.

Figura 10

Convergencia para la innovación



Nota. La convergencia interdisciplinaria favorece la innovación mediante colaboración, coproducción del conocimiento y nuevas formas de integración científica.

Desde esta perspectiva, la convergencia del conocimiento debe entenderse como una capacidad sistémica. Requiere infraestructuras digitales interoperables, cultura de datos abiertos, herramientas de IA responsables, plataformas colaborativas, mecanismos de coproducción, reformas en la evaluación y marcos institucionales que recompensen el

riesgo intelectual y la coordinación entre dominios (Abarca, 2025). Cuando esas condiciones convergen, la innovación deja de depender exclusivamente del genio disciplinario y pasa a surgir de la calidad de las conexiones entre personas, datos, métodos, instrumentos y problemas. Esa es, probablemente, la mayor lección de la literatura 2022–2026 sobre investigación interdisciplinaria.

Capítulo

4

Gestión y colaboración en equipos interdisciplinarios



Construcción de redes de investigación

La construcción de redes de investigación representa uno de los procesos más importantes en la evolución de la ciencia contemporánea. La creciente complejidad de los problemas sociales, ambientales, económicos y tecnológicos ha demostrado que ningún investigador, grupo académico o institución puede generar por sí solo todo el conocimiento necesario para comprender fenómenos multifactoriales. Esta realidad ha impulsado el surgimiento de estructuras colaborativas cada vez más amplias, dinámicas e internacionalizadas, capaces de integrar capacidades científicas distribuidas geográficamente y provenientes de diversas áreas del conocimiento (Figuerola et al., 2020).

Las redes científicas constituyen mecanismos fundamentales para la circulación del conocimiento, la transferencia tecnológica y la innovación. Más allá de su función como espacios de cooperación académica, estas redes operan como sistemas complejos de intercambio intelectual que permiten conectar experiencias, recursos, metodologías y perspectivas teóricas. Su importancia radica en que facilitan la construcción colectiva del conocimiento mediante la interacción continua entre investigadores con diferentes niveles de experiencia, contextos institucionales y enfoques epistemológicos (Falcón y Serpa, 2021).

Durante los últimos años, diversos estudios han demostrado que los investigadores integrados en redes amplias presentan mayores niveles de productividad científica, una mayor capacidad para acceder a financiamiento competitivo y una participación más activa en proyectos internacionales. Este fenómeno se relaciona con la posibilidad de compartir recursos especializados, acceder a infraestructura avanzada y participar en comunidades científicas más diversas (Arana, 2005). En consecuencia, las redes de investigación se han convertido en uno de los principales indicadores de competitividad científica de universidades y centros de investigación a nivel mundial.

La internacionalización de la ciencia ha fortalecido aún más la importancia de estas estructuras colaborativas. En la actualidad, gran parte de los proyectos financiados por organismos internacionales exige la participación de equipos multiculturales e interdisciplinarios (Castelo, 2025). Programas impulsados por la Unión Europea, las Naciones Unidas y diferentes agencias nacionales de investigación promueven activamente la conformación de consorcios internacionales orientados a resolver desafíos

globales. Esta tendencia responde al reconocimiento de que los problemas contemporáneos trascienden las fronteras nacionales y requieren respuestas construidas desde múltiples contextos geográficos y culturales.

Las redes científicas también desempeñan un papel relevante en la democratización del conocimiento. Históricamente, la producción científica estuvo concentrada en un número limitado de países e instituciones con elevados niveles de inversión en investigación y desarrollo. Sin embargo, la expansión de las tecnologías digitales ha facilitado la incorporación de investigadores pertenecientes a regiones tradicionalmente menos representadas dentro de la ciencia global. Aunque persisten importantes desigualdades estructurales, las plataformas digitales de colaboración han ampliado significativamente las oportunidades de participación en proyectos internacionales (Zona y Giraldo, 2017).

La transformación digital constituye uno de los factores más influyentes en la evolución reciente de las redes científicas. Las herramientas tecnológicas actuales permiten desarrollar investigaciones colaborativas a gran escala mediante plataformas de comunicación sincrónica y asincrónica, repositorios compartidos, sistemas de gestión documental y entornos virtuales de trabajo (Sanchez et al., 2025). Estas innovaciones han reducido considerablemente los costos asociados a la distancia geográfica y han favorecido la consolidación de comunidades científicas distribuidas globalmente.

Uno de los aspectos más relevantes de las redes de investigación es su capacidad para facilitar la integración de conocimientos procedentes de diferentes disciplinas. La literatura científica reciente señala que los avances más significativos suelen surgir en los puntos de encuentro entre áreas del conocimiento tradicionalmente separadas. La convergencia entre ciencias naturales, ciencias sociales, ingeniería, ciencias de la salud y tecnologías digitales ha generado nuevas oportunidades para comprender fenómenos complejos desde perspectivas más integrales (Palamidessi et al., 2014).

La interdisciplinariedad, en este sentido, encuentra en las redes científicas un entorno particularmente favorable para su desarrollo. A través de la interacción continua entre especialistas de diversas áreas, se crean espacios de aprendizaje mutuo que permiten superar las limitaciones asociadas a los enfoques estrictamente disciplinarios. Este proceso no solo favorece la generación de nuevos conocimientos, sino que también contribuye a la formación de investigadores con una visión más amplia e integradora de los problemas científicos (Hu, 2021).

La construcción efectiva de redes de investigación requiere mucho más que la simple conexión entre investigadores. Implica el desarrollo de relaciones de confianza, el establecimiento de objetivos compartidos y la creación de mecanismos de coordinación que permitan articular esfuerzos individuales en torno a metas comunes (Bachelard, 1938). La confianza constituye un elemento particularmente importante, ya que facilita el intercambio abierto de información, promueve la cooperación y reduce las barreras asociadas a la competencia académica.

Las investigaciones recientes han puesto de manifiesto que las redes más exitosas son aquellas que logran equilibrar adecuadamente la autonomía individual con la coordinación colectiva. Los investigadores necesitan mantener espacios de independencia intelectual que les permitan desarrollar sus propias líneas de trabajo, pero también requieren mecanismos de integración que faciliten la colaboración y eviten la fragmentación de esfuerzos. Alcanzar este equilibrio representa uno de los principales desafíos para los coordinadores de redes científicas (Arana, 2005; Bermúdez, 2021).

Otro factor determinante en la construcción de redes de investigación es la existencia de objetivos claramente definidos. Las colaboraciones científicas tienden a ser más efectivas cuando los participantes comparten una visión común acerca de los problemas que desean abordar y los resultados que esperan alcanzar. La claridad de los objetivos contribuye a reducir ambigüedades, facilita la asignación de responsabilidades y fortalece el compromiso de los integrantes con el proyecto colectivo (Echeverri, 2018).

La definición de objetivos compartidos resulta especialmente importante en contextos interdisciplinarios, donde los investigadores pueden poseer diferentes expectativas, intereses y marcos conceptuales. En ausencia de una visión común, las diferencias disciplinarias pueden convertirse en fuentes de conflicto que dificulten la cooperación (Echeverri, 2018). Por el contrario, cuando existe un propósito claramente definido, la diversidad de perspectivas suele transformarse en una fortaleza que enriquece el proceso de investigación.

El liderazgo desempeña un papel fundamental en la consolidación de redes científicas sostenibles. Aunque las estructuras colaborativas modernas tienden a favorecer modelos de gobernanza participativa, la existencia de liderazgos efectivos continúa siendo esencial para coordinar actividades, resolver conflictos y mantener la cohesión del grupo. Los

líderes de redes interdisciplinarias deben poseer habilidades específicas relacionadas con la comunicación, la negociación y la gestión de la diversidad (Sanchez et al., 2025).

En los últimos años ha ganado relevancia el concepto de liderazgo distribuido dentro de las redes de investigación. Este enfoque reconoce que la capacidad de liderazgo no debe concentrarse exclusivamente en una persona o institución, sino distribuirse entre diferentes actores según sus competencias y responsabilidades (Santos, 2009). La distribución del liderazgo favorece la participación activa de los integrantes y fortalece la resiliencia organizacional frente a cambios o desafíos inesperados.

Las redes científicas también constituyen espacios privilegiados para el desarrollo de capacidades investigativas. La interacción entre investigadores con diferentes niveles de experiencia facilita procesos de mentoría, aprendizaje colaborativo y transferencia de conocimientos. Los investigadores jóvenes pueden beneficiarse del acompañamiento de científicos consolidados, mientras que los investigadores experimentados tienen la oportunidad de incorporar nuevas perspectivas y enfoques metodológicos.

Este intercambio intergeneracional resulta particularmente valioso en un contexto caracterizado por rápidos cambios tecnológicos y metodológicos. La formación continua se ha convertido en una necesidad permanente dentro de la actividad científica, y las redes de investigación ofrecen entornos propicios para la actualización de conocimientos y competencias (Zona y Giraldo, 2017).

La cooperación científica también contribuye significativamente a la optimización de recursos. Muchos proyectos de investigación requieren equipamientos costosos, bases de datos especializadas, laboratorios avanzados o infraestructuras complejas que difícilmente podrían ser financiados por una sola institución (Giordano, 2023). Las redes permiten compartir estos recursos, reduciendo costos y ampliando las posibilidades de acceso para investigadores de diferentes contextos.

La eficiencia derivada del uso compartido de recursos adquiere especial relevancia en países en desarrollo, donde las limitaciones presupuestarias suelen representar un obstáculo importante para la actividad científica. A través de alianzas estratégicas y colaboraciones internacionales, las instituciones pueden acceder a capacidades tecnológicas que de otra manera resultarían inaccesibles (Duedra et al., 2020).

No obstante, la construcción de redes de investigación también enfrenta desafíos significativos. Uno de los más frecuentes se relaciona con las diferencias institucionales. Las universidades y centros de investigación poseen estructuras organizativas, normativas y culturas académicas que pueden dificultar la coordinación de actividades conjuntas. Aspectos como los procedimientos administrativos, los sistemas de evaluación y las políticas de financiamiento pueden generar obstáculos para la colaboración efectiva (Kuhn, 1962).

Las diferencias culturales constituyen otro desafío importante. La investigación internacional involucra frecuentemente participantes provenientes de contextos socioculturales diversos, con distintas formas de entender la autoridad, la comunicación, la toma de decisiones y las relaciones profesionales. Estas diferencias pueden generar malentendidos si no son adecuadamente gestionadas.

La diversidad lingüística también representa una barrera potencial para la cooperación científica (Duedra et al., 2020). Aunque el inglés se ha consolidado como lengua dominante de la comunicación académica internacional, numerosos investigadores desarrollan su trabajo en otros idiomas. Esta situación puede generar desigualdades en la participación, especialmente para aquellos investigadores cuya lengua materna no es el inglés.

Las asimetrías de poder constituyen otro aspecto que ha recibido creciente atención en la literatura reciente. En muchas colaboraciones internacionales existen diferencias significativas entre instituciones en términos de recursos económicos, infraestructura científica y capacidad de influencia. Estas desigualdades pueden afectar la distribución de responsabilidades, la toma de decisiones y el reconocimiento de contribuciones (Palamidessi et al., 2014).

Diversos estudios han señalado que algunas colaboraciones internacionales reproducen dinámicas de dependencia donde las instituciones de países con mayores recursos ocupan posiciones dominantes, mientras que las instituciones de contextos menos favorecidos participan principalmente como proveedoras de datos o apoyo logístico. Superar estas desigualdades constituye uno de los desafíos éticos más importantes para la construcción de redes científicas verdaderamente inclusivas (Flores y Gallegos, 1993). En respuesta a estas problemáticas, han surgido diversas iniciativas orientadas a promover modelos más equitativos de colaboración. Estas propuestas enfatizan la importancia de la participación

compartida en la definición de agendas de investigación, la distribución justa de recursos y el reconocimiento equilibrado de las contribuciones realizadas por todos los participantes.

La ciencia abierta ha fortalecido significativamente estas tendencias. Al promover principios de transparencia, accesibilidad y colaboración, este movimiento contribuye a reducir algunas de las barreras tradicionales que limitaban la participación en las redes científicas. El acceso abierto a publicaciones, datos y recursos educativos favorece una mayor democratización del conocimiento y amplía las oportunidades de cooperación internacional (Santos, 2009).

Otro aspecto cada vez más relevante es la incorporación de actores no académicos dentro de las redes de investigación. La creciente complejidad de los problemas sociales ha impulsado el desarrollo de enfoques transdisciplinarios que involucran comunidades, organizaciones sociales, empresas, organismos gubernamentales y otros actores relevantes en los procesos de generación de conocimiento (Bautista, 2021).

La participación de estos actores permite enriquecer las investigaciones con conocimientos prácticos, experiencias locales y perspectivas complementarias a las académicas. Además, facilita la aplicación de los resultados científicos y fortalece el impacto social de la investigación.

Figura 11

Evolución de las redes de investigación



Nota. Las redes de investigación han evolucionado hacia modelos más colaborativos, internacionales y apoyados por tecnologías digitales. Elaboración propia.

Las tendencias actuales sugieren que las redes de investigación continuarán expandiéndose y diversificándose durante los próximos años. El desarrollo de nuevas tecnologías, la consolidación de la ciencia abierta y la creciente necesidad de abordar problemas globales complejos seguirán impulsando la cooperación interdisciplinaria e internacional (Flores y Gallegos, 1993).

En este contexto, la capacidad para construir, gestionar y fortalecer redes científicas se perfila como una competencia estratégica para investigadores, universidades y sistemas nacionales de ciencia y tecnología. Las instituciones que logren desarrollar estructuras colaborativas sólidas estarán mejor posicionadas para generar conocimiento relevante, acceder a financiamiento competitivo y contribuir efectivamente a la solución de los desafíos que enfrenta la sociedad contemporánea (Concari, 2001).

La construcción de redes de investigación no debe entenderse únicamente como una estrategia para aumentar la productividad científica. Constituye, sobre todo, un mecanismo para ampliar las capacidades colectivas de generación de conocimiento, promover la integración de perspectivas diversas y fortalecer el papel de la ciencia como herramienta para el desarrollo sostenible y el bienestar social. En una época marcada por la interdependencia global, las redes científicas representan una de las expresiones más significativas de la cooperación humana orientada a comprender y transformar la realidad (Madrid, 2018).

Liderazgo en proyectos interdisciplinarios

El liderazgo constituye uno de los factores más determinantes para el éxito de los proyectos interdisciplinarios. A medida que la investigación científica se orienta hacia la resolución de problemas cada vez más complejos, la capacidad para coordinar equipos integrados por especialistas de diversas disciplinas se convierte en una competencia esencial dentro de las organizaciones académicas y científicas (Callirgos et al., 2022). En este contexto, el liderazgo trasciende las funciones tradicionales de supervisión y administración para asumir un papel estratégico relacionado con la integración de conocimientos, la gestión de la diversidad, la promoción de la innovación y la construcción de entornos colaborativos que favorezcan la generación colectiva de conocimiento (de la Cruz, 2017).

La investigación interdisciplinaria presenta características particulares que la diferencian de los proyectos desarrollados dentro de una sola disciplina. Los equipos interdisciplinarios suelen estar conformados por profesionales con diferentes trayectorias académicas, enfoques metodológicos, marcos conceptuales y culturas científicas. Esta diversidad constituye una de las principales fortalezas de la interdisciplinariedad, pero también genera desafíos significativos en términos de coordinación, comunicación y toma de decisiones. En consecuencia, los líderes de estos proyectos deben desarrollar habilidades específicas que les permitan gestionar eficazmente la complejidad inherente a este tipo de colaboraciones (García et al., 2023).

Durante mucho tiempo, el liderazgo científico estuvo asociado a modelos jerárquicos donde una figura principal concentraba la autoridad y dirigía el trabajo de los demás integrantes del equipo. Sin embargo, la evolución de la investigación interdisciplinaria ha impulsado la adopción de enfoques más participativos y colaborativos. La literatura

científica reciente señala que los modelos tradicionales resultan insuficientes para gestionar equipos caracterizados por altos niveles de especialización y diversidad disciplinaria. En estos contextos, la autoridad basada exclusivamente en la jerarquía pierde efectividad frente a formas de liderazgo que promueven la participación, el diálogo y la construcción colectiva de decisiones (de la Cruz, 2017).

Uno de los principales desafíos para quienes lideran proyectos interdisciplinarios consiste en articular visiones diferentes sobre un mismo problema. Cada disciplina posee formas particulares de conceptualizar los fenómenos, definir prioridades y evaluar evidencias. Estas diferencias pueden generar tensiones cuando los investigadores intentan construir marcos de trabajo comunes. El liderazgo efectivo implica facilitar procesos de negociación que permitan integrar perspectivas diversas sin eliminar la riqueza asociada a la pluralidad de enfoques (Álvarez et al., 2016).

La construcción de una visión compartida representa una de las primeras responsabilidades del liderazgo interdisciplinario. Los equipos necesitan desarrollar una comprensión común de los objetivos del proyecto, los problemas que se pretenden abordar y los resultados esperados. Esta visión compartida funciona como un elemento integrador que orienta los esfuerzos individuales hacia metas colectivas. Sin ella, las diferencias disciplinarias pueden provocar fragmentación y dificultar la coordinación de actividades (Humpiri y Humpri, 2021; Abarca, 2025).

La generación de una visión común requiere habilidades comunicativas avanzadas. Los líderes deben ser capaces de traducir conceptos complejos, facilitar el diálogo entre especialistas y promover espacios donde todos los integrantes puedan expresar sus perspectivas. Este proceso implica reconocer la legitimidad de diferentes formas de conocimiento y fomentar una cultura de respeto mutuo. Cuando los investigadores perciben que sus contribuciones son valoradas, aumenta su compromiso con el proyecto y se fortalece la cohesión del equipo (Popper, 1963).

La confianza constituye otro elemento fundamental en el liderazgo de proyectos interdisciplinarios. Numerosos estudios han demostrado que la confianza interpersonal favorece el intercambio de conocimientos, reduce los conflictos y mejora la calidad de la colaboración científica. Los líderes desempeñan un papel central en la creación de entornos donde los integrantes se sientan seguros para compartir ideas, plantear dudas y asumir riesgos intelectuales. La confianza no surge automáticamente; se construye

mediante interacciones transparentes, coherencia en las decisiones y cumplimiento de compromisos (Hu, 2021).

En equipos interdisciplinarios, la confianza adquiere una importancia especial debido a la diversidad de conocimientos involucrados. Los investigadores deben confiar en la experiencia de colegas cuyas áreas de especialización pueden resultar ajenas a su propia formación. Esta confianza permite que los integrantes acepten contribuciones provenientes de otras disciplinas y estén dispuestos a incorporar perspectivas diferentes en sus procesos de análisis y toma de decisiones (Duedra et al., 2020; Madrid, 2018).

La gestión de conflictos constituye otra dimensión esencial del liderazgo interdisciplinario. La diversidad de perspectivas aumenta naturalmente la probabilidad de desacuerdos relacionados con metodologías, prioridades de investigación, distribución de recursos o interpretación de resultados (Garritz, 2004). Aunque los conflictos suelen percibirse como elementos negativos, la evidencia científica indica que pueden convertirse en fuentes de innovación cuando son gestionados adecuadamente.

Los líderes efectivos no buscan eliminar completamente los conflictos, sino transformarlos en oportunidades para el aprendizaje y la mejora de las decisiones. Esto implica promover el diálogo abierto, facilitar la expresión de opiniones divergentes y orientar las discusiones hacia la búsqueda de soluciones constructivas. La capacidad para manejar desacuerdos de manera respetuosa y productiva constituye una de las competencias más valoradas en los contextos interdisciplinarios (Sánchez, 2012; Santos, 2009).

La toma de decisiones representa uno de los aspectos más complejos dentro de los proyectos interdisciplinarios. Las decisiones suelen involucrar múltiples dimensiones técnicas, metodológicas y éticas que requieren la consideración de diversas perspectivas. En este escenario, los enfoques participativos han demostrado ser particularmente efectivos. La participación activa de los integrantes no solo mejora la calidad de las decisiones, sino que también fortalece el sentido de pertenencia y compromiso con el proyecto (Madrid, 2018).

El liderazgo contemporáneo en investigación interdisciplinaria tiende a favorecer modelos basados en la colaboración y la distribución de responsabilidades. El concepto de liderazgo distribuido ha ganado relevancia debido a su capacidad para aprovechar las competencias específicas de los diferentes miembros del equipo. En lugar de concentrar

toda la autoridad en una sola persona, este enfoque promueve la participación de múltiples líderes según las necesidades y características de cada etapa del proyecto (Ochoa, 1989).

La distribución del liderazgo resulta especialmente útil en equipos altamente especializados. Cada investigador puede asumir funciones de liderazgo relacionadas con su área de experiencia, contribuyendo al desarrollo del proyecto desde una posición de conocimiento experto. Esta dinámica favorece la autonomía, estimula la participación y permite aprovechar de manera más eficiente las capacidades disponibles dentro del equipo (Humpiri y Humpri, 2021).

Figura 12

Factores que contribuyen al liderazgo en proyectos interdisciplinarios



Nota. El liderazgo en proyectos interdisciplinarios se fortalece mediante comunicación, colaboración, innovación y gestión efectiva de la diversidad.

La innovación constituye otro ámbito donde el liderazgo desempeña un papel decisivo. Los proyectos interdisciplinarios suelen orientarse hacia la generación de soluciones novedosas para problemas complejos (Duarte y Velho, 2009). La creatividad colectiva requiere entornos donde los investigadores puedan experimentar, cuestionar supuestos establecidos y explorar nuevas ideas sin temor al fracaso. Los líderes deben promover culturas organizacionales que valoren la innovación y consideren los errores como oportunidades de aprendizaje.

La capacidad para estimular la creatividad depende en gran medida de la existencia de seguridad psicológica dentro del equipo. Este concepto hace referencia a la percepción de

que es posible expresar opiniones, formular preguntas o proponer ideas sin riesgo de ser ridiculizado o sancionado. Los entornos caracterizados por altos niveles de seguridad psicológica favorecen la participación activa y aumentan la probabilidad de que emerjan propuestas innovadoras (Humpiri y Humpri, 2021).

La gestión del conocimiento representa otra responsabilidad fundamental del liderazgo interdisciplinario. Los proyectos complejos generan grandes volúmenes de información que deben ser organizados, compartidos e integrados para producir resultados significativos. Los líderes deben facilitar mecanismos que permitan la circulación eficiente del conocimiento entre los integrantes del equipo, evitando la fragmentación y promoviendo el aprendizaje colectivo (Callirgos et al., 2022; Giordano, 2023).

Las tecnologías digitales han transformado profundamente las prácticas de liderazgo en la investigación contemporánea. Las plataformas colaborativas, los sistemas de gestión de proyectos y las herramientas de comunicación virtual permiten coordinar equipos distribuidos geográficamente y mantener niveles elevados de interacción. Sin embargo, la virtualización también introduce nuevos desafíos relacionados con la construcción de confianza, la cohesión grupal y la gestión de la comunicación (Bermejo et al., 2014).

Los líderes de proyectos interdisciplinarios internacionales deben desarrollar competencias específicas para gestionar equipos multiculturales. Las diferencias culturales pueden influir en las expectativas sobre liderazgo, las formas de comunicación, los estilos de trabajo y los mecanismos de resolución de conflictos. La sensibilidad intercultural se convierte así en una habilidad indispensable para quienes coordinan colaboraciones internacionales (Garritz, 2004).

La diversidad cultural puede enriquecer significativamente los procesos de investigación al incorporar perspectivas variadas sobre los problemas estudiados. No obstante, aprovechar estos beneficios requiere liderazgos capaces de reconocer y valorar las diferencias sin permitir que se conviertan en fuentes de exclusión o conflicto. La inclusión y la equidad deben ocupar un lugar central dentro de las estrategias de gestión de equipos interdisciplinarios.

Otro aspecto relevante es la motivación de los investigadores. Los equipos interdisciplinarios suelen reunir personas con intereses, expectativas y trayectorias profesionales diversas. Mantener altos niveles de motivación exige comprender estas diferencias y generar condiciones que permitan satisfacer necesidades individuales

mientras se avanza hacia objetivos colectivos (Hu, 2021). Los líderes efectivos son capaces de conectar las metas personales de los integrantes con la misión general del proyecto.

La motivación también se relaciona con el reconocimiento de las contribuciones realizadas por los miembros del equipo. En proyectos interdisciplinarios, donde los resultados suelen ser producto de esfuerzos colectivos, resulta fundamental establecer mecanismos transparentes para valorar y visibilizar las aportaciones individuales. La percepción de justicia en el reconocimiento fortalece el compromiso y favorece la sostenibilidad de las colaboraciones (Kuhn, 1962).

La evaluación del desempeño constituye un desafío adicional para el liderazgo interdisciplinario. Los criterios tradicionales de evaluación científica, centrados en indicadores individuales, no siempre reflejan adecuadamente las dinámicas colaborativas que caracterizan a estos proyectos (Humpiri y Humpri, 2021). Los líderes deben promover sistemas de evaluación que reconozcan tanto los logros individuales como las contribuciones al trabajo colectivo.

La sostenibilidad de las colaboraciones científicas depende en gran medida de la calidad del liderazgo. Los proyectos interdisciplinarios suelen desarrollarse durante períodos prolongados y enfrentan cambios constantes relacionados con financiamiento, composición de equipos y prioridades de investigación. La capacidad para adaptarse a estas transformaciones sin perder cohesión constituye una característica distintiva de los liderazgos efectivos (Zemelman, 2021).

La literatura científica reciente destaca la importancia de desarrollar programas de formación orientados al fortalecimiento de competencias de liderazgo en investigación interdisciplinaria. Tradicionalmente, la formación de investigadores ha privilegiado el desarrollo de conocimientos técnicos y metodológicos, prestando menor atención a habilidades relacionadas con la gestión de personas y equipos. Sin embargo, la creciente complejidad de la ciencia contemporánea exige complementar la excelencia académica con capacidades de liderazgo colaborativo (Álvarez et al., 2016; Arias y Artigas, 2022).

Las universidades y centros de investigación están comenzando a reconocer esta necesidad mediante la implementación de programas especializados en liderazgo científico, gestión de proyectos y trabajo interdisciplinario. Estas iniciativas buscan

preparar a las nuevas generaciones de investigadores para desempeñar roles de coordinación dentro de entornos altamente colaborativos y diversos (Santos, 2009).

El liderazgo en proyectos interdisciplinarios debe entenderse como un proceso dinámico de facilitación y construcción colectiva. Más que dirigir desde una posición de autoridad, implica crear condiciones que permitan la integración efectiva de conocimientos, la participación activa de los integrantes y el desarrollo de soluciones innovadoras para problemas complejos (Cabrera y Cepeda, 2022). Este enfoque refleja una transformación más amplia en la concepción de la ciencia, donde la colaboración y la diversidad se reconocen como elementos fundamentales para la generación de conocimiento relevante.

En un contexto global caracterizado por desafíos cada vez más interconectados, la capacidad para liderar equipos interdisciplinarios adquiere una importancia estratégica. Problemas como el cambio climático, las crisis sanitarias, la transformación digital y las desigualdades sociales requieren formas de liderazgo capaces de movilizar conocimientos diversos y articular esfuerzos colectivos (Palamidessi et al., 2014). La calidad de estos liderazgos influirá significativamente en la capacidad de la comunidad científica para responder a los retos del siglo XXI.

Por ello, el liderazgo interdisciplinario no puede considerarse simplemente una función administrativa. Constituye una competencia científica esencial que permite transformar la diversidad en una fuente de innovación, fortalecer la cooperación entre disciplinas y potenciar la capacidad de la investigación para generar impactos positivos en la sociedad. A medida que la ciencia continúa evolucionando hacia modelos más colaborativos e integradores, el liderazgo se consolida como uno de los pilares fundamentales para el éxito de la investigación interdisciplinaria contemporánea (Hu, 2021; Sánchez, 2012).

Comunicación entre disciplinas

La comunicación entre disciplinas constituye uno de los componentes más importantes y, al mismo tiempo, uno de los mayores desafíos de la investigación interdisciplinaria. Aunque la integración de conocimientos provenientes de diferentes áreas del saber ofrece enormes oportunidades para la generación de soluciones innovadoras, este proceso depende en gran medida de la capacidad de los investigadores para intercambiar ideas, compartir experiencias y construir significados comunes. Sin una comunicación efectiva,

la diversidad disciplinaria puede convertirse en una barrera que limite la colaboración y reduzca el potencial transformador de los equipos interdisciplinarios (de la Cruz, 2017).

En la investigación contemporánea, la comunicación científica ya no se limita a la transmisión de resultados mediante publicaciones académicas. Actualmente implica procesos complejos de interacción, negociación, interpretación y construcción colectiva de conocimiento entre especialistas que poseen diferentes lenguajes, metodologías, marcos conceptuales y formas de comprender la realidad. Estas diferencias, lejos de constituir únicamente obstáculos, representan también una fuente importante de creatividad e innovación cuando son gestionadas adecuadamente (Fochler et al., 2025).

Uno de los principales problemas identificados en la literatura reciente sobre interdisciplinariedad es la existencia de barreras lingüísticas y conceptuales entre disciplinas. Cada campo del conocimiento desarrolla a lo largo del tiempo un lenguaje especializado compuesto por términos técnicos, conceptos específicos y formas particulares de argumentación. Este lenguaje facilita la comunicación entre especialistas de una misma área, pero puede dificultar significativamente el diálogo con investigadores provenientes de otros campos (Popper, 1963).

Un término aparentemente simple puede poseer significados completamente diferentes según la disciplina desde la cual se utilice. Conceptos como sistema, modelo, riesgo, resiliencia, innovación, sostenibilidad, desarrollo o adaptación suelen interpretarse de maneras distintas en las ciencias sociales, las ciencias naturales, la ingeniería o las ciencias de la salud (Fochler et al., 2025). Estas diferencias pueden generar confusiones, malentendidos y dificultades para alcanzar consensos dentro de los equipos interdisciplinarios.

La situación se vuelve aún más compleja cuando se considera que las diferencias entre disciplinas no se limitan al vocabulario. También involucran formas distintas de construir conocimiento, establecer evidencias y validar resultados. Mientras algunas disciplinas privilegian los métodos cuantitativos y los modelos matemáticos, otras enfatizan enfoques cualitativos, interpretativos o participativos. Estas diferencias epistemológicas influyen directamente en la manera en que los investigadores comunican sus ideas y evalúan las contribuciones de sus colegas (Giordano, 2023).

La literatura científica ha señalado que muchas de las dificultades observadas en proyectos interdisciplinarios no se originan en desacuerdos sobre los objetivos de

investigación, sino en problemas relacionados con la comunicación. Los investigadores pueden compartir un interés común por resolver un problema determinado, pero encontrar dificultades para comprender plenamente las perspectivas de otras disciplinas involucradas (Álvarez et al., 2016). Esta situación puede generar frustración, retrasos en la toma de decisiones y conflictos dentro de los equipos.

Frente a este escenario, la construcción de un lenguaje común se ha convertido en una de las estrategias más importantes para fortalecer la colaboración interdisciplinaria. El desarrollo de un vocabulario compartido no implica eliminar las particularidades de cada disciplina, sino generar espacios de diálogo donde los investigadores puedan aclarar conceptos, explicar metodologías y negociar significados. Este proceso requiere tiempo, disposición para el aprendizaje mutuo y una actitud abierta hacia diferentes formas de producir conocimiento (Duedra et al., 2020).

La creación de marcos conceptuales compartidos suele desarrollarse progresivamente a medida que los investigadores interactúan y colaboran en torno a objetivos comunes. Durante este proceso, los participantes aprenden a traducir conceptos especializados a un lenguaje más accesible para colegas de otras áreas. Esta capacidad de traducción interdisciplinaria constituye una competencia fundamental para quienes participan en proyectos colaborativos complejos (Popper, 1963).

El aprendizaje de lenguajes científicos ajenos representa uno de los mayores beneficios de la investigación interdisciplinaria. A través de la interacción continua con especialistas de diferentes campos, los investigadores amplían sus horizontes intelectuales y desarrollan una comprensión más profunda de la complejidad de los fenómenos que estudian (Palamidessi et al., 2014). Este enriquecimiento mutuo contribuye a la formación de comunidades científicas más integradas y capaces de abordar problemas desde perspectivas múltiples.

La escucha activa desempeña un papel central dentro de estos procesos comunicativos. La comunicación interdisciplinaria efectiva no depende únicamente de la capacidad para expresar ideas con claridad, sino también de la disposición para comprender perspectivas diferentes. Escuchar activamente implica prestar atención a los argumentos de otros investigadores, reconocer la legitimidad de enfoques alternativos y estar dispuesto a reconsiderar supuestos propios a la luz de nuevas evidencias o interpretaciones (Popper, 1963).

La empatía intelectual constituye otro elemento fundamental para fortalecer la comunicación entre disciplinas. Este concepto hace referencia a la capacidad de comprender cómo otras áreas del conocimiento conceptualizan los problemas, desarrollan sus métodos y construyen explicaciones. La empatía intelectual favorece el respeto mutuo y reduce la tendencia a considerar superiores los enfoques propios frente a los de otras disciplinas (Tapia y Recalde, 2024).

Las investigaciones recientes muestran que los equipos interdisciplinarios más exitosos son aquellos que logran construir culturas de comunicación caracterizadas por la confianza, la apertura y el respeto. En estos entornos, los participantes se sienten cómodos para expresar dudas, formular preguntas y reconocer limitaciones en sus conocimientos sin temor a ser juzgados negativamente (Tapia y Recalde, 2024). Este clima de seguridad psicológica favorece el intercambio de ideas y estimula la creatividad colectiva.

La comunicación también desempeña un papel esencial en la gestión de conflictos interdisciplinarios. La diversidad de perspectivas que caracteriza a estos equipos incrementa la probabilidad de desacuerdos relacionados con prioridades, metodologías, interpretaciones o estrategias de trabajo. Sin embargo, los conflictos no necesariamente representan un problema. Cuando son gestionados adecuadamente, pueden convertirse en oportunidades para enriquecer el análisis y fortalecer la calidad de las decisiones (Tapia y Recalde, 2024).

La clave radica en desarrollar mecanismos de comunicación que permitan abordar las diferencias de manera constructiva. El diálogo respetuoso, la argumentación basada en evidencias y la búsqueda de soluciones consensuadas contribuyen a transformar los desacuerdos en procesos de aprendizaje colectivo. Por el contrario, la falta de comunicación o la imposición de perspectivas particulares puede deteriorar las relaciones dentro del equipo y comprometer el éxito de la colaboración (Álvarez et al., 2016).

La dimensión intercultural agrega nuevos desafíos a la comunicación interdisciplinaria. La creciente internacionalización de la investigación implica que muchos proyectos involucran participantes provenientes de diferentes países, regiones y contextos socioculturales. Estas diferencias influyen en los estilos de comunicación, las formas de liderazgo, las expectativas profesionales y las maneras de resolver conflictos (Abarca, 2025).

Algunas culturas académicas privilegian la comunicación directa y explícita, mientras que otras favorecen formas más indirectas y contextualizadas de interacción. Del mismo modo, las percepciones sobre autoridad, jerarquía y participación pueden variar considerablemente entre contextos culturales. Comprender estas diferencias resulta fundamental para evitar malentendidos y fortalecer la cooperación internacional (Arvanitis y Dutrénit, 1997).

La diversidad cultural puede enriquecer significativamente los procesos de investigación al incorporar perspectivas complementarias sobre los problemas estudiados. Sin embargo, aprovechar plenamente estos beneficios requiere desarrollar competencias interculturales que faciliten la comunicación y la colaboración entre participantes con experiencias y valores diversos (Flores y Gallegos, 1993).

En este contexto, la sensibilidad intercultural se convierte en una habilidad estratégica para los investigadores contemporáneos. Esta competencia implica reconocer y valorar las diferencias culturales, adaptarse a distintos estilos de comunicación y promover entornos inclusivos donde todas las voces puedan ser escuchadas y consideradas (Calva et al., 2018).

La transformación digital ha modificado profundamente las dinámicas de comunicación científica. Las tecnologías de información y comunicación permiten actualmente la interacción continua entre investigadores ubicados en diferentes partes del mundo. Plataformas de videoconferencia, aplicaciones de mensajería instantánea, sistemas colaborativos de gestión documental y redes académicas digitales facilitan la coordinación de proyectos complejos sin necesidad de encuentros presenciales permanentes (Arias y Artigas, 2022).

Estas herramientas han ampliado considerablemente las posibilidades de cooperación interdisciplinaria e internacional. Los investigadores pueden compartir información en tiempo real, desarrollar documentos colaborativos y participar en reuniones virtuales independientemente de su ubicación geográfica. La pandemia de COVID-19 aceleró significativamente la adopción de estas tecnologías y demostró su potencial para sostener actividades científicas a gran escala (Figuerola et al., 2020).

Sin embargo, la comunicación digital también presenta limitaciones importantes. La ausencia de interacción presencial puede dificultar la construcción de relaciones de confianza y reducir la riqueza comunicativa asociada al lenguaje corporal, las expresiones

faciales y otros elementos no verbales. Además, las diferencias en acceso tecnológico y conectividad continúan generando desigualdades que afectan la participación de algunos investigadores (Sánchez, 2012).

La comunicación científica contemporánea también debe enfrentar el desafío de integrar actores provenientes de sectores no académicos. La investigación interdisciplinaria orientada a resolver problemas sociales complejos suele involucrar comunidades, organizaciones gubernamentales, empresas y grupos ciudadanos. Estos actores poseen conocimientos, experiencias y necesidades que pueden enriquecer significativamente los procesos de investigación (Tapia y Recalde, 2024).

La incorporación de múltiples actores exige desarrollar estrategias de comunicación capaces de trascender los límites tradicionales del lenguaje académico. Los investigadores deben aprender a comunicar conceptos complejos de manera accesible, facilitar procesos participativos y construir puentes entre diferentes formas de conocimiento. Esta capacidad resulta particularmente importante en contextos donde los resultados científicos tienen implicaciones directas para la formulación de políticas públicas o la implementación de soluciones prácticas (Giordano, 2023).

Figura 13

Desafíos y estrategias en la comunicación interdisciplinaria



Nota. La comunicación interdisciplinaria enfrenta desafíos conceptuales y culturales que requieren estrategias de integración, diálogo y colaboración.

La ciencia abierta ha reforzado la importancia de estas competencias comunicativas. La creciente demanda de transparencia, accesibilidad y participación ciudadana exige que los investigadores desarrollen nuevas formas de comunicar sus hallazgos y procesos de

trabajo (de la Cruz, 2017). La difusión efectiva del conocimiento científico ya no se limita a publicaciones especializadas, sino que incluye múltiples formatos orientados a públicos diversos.

Otro aspecto relevante es la comunicación interna dentro de los equipos de investigación. Numerosos estudios han demostrado que la frecuencia y calidad de las interacciones internas influyen significativamente en el desempeño de los proyectos interdisciplinarios. Las reuniones periódicas, los espacios de discusión abierta y los mecanismos de retroalimentación continua contribuyen a fortalecer la cohesión del equipo y mejorar la coordinación de actividades (Sanchez et al., 2025).

La comunicación interna efectiva también favorece la transferencia de conocimientos entre disciplinas. A medida que los investigadores comparten avances, dificultades y aprendizajes, se generan oportunidades para identificar conexiones inesperadas entre diferentes áreas del conocimiento (Duedra et al., 2020). Estas interacciones pueden dar lugar a nuevas preguntas de investigación, enfoques metodológicos innovadores y soluciones creativas para problemas complejos.

La literatura reciente destaca además la importancia de desarrollar competencias comunicativas durante la formación de investigadores. Tradicionalmente, la educación superior ha enfatizado el dominio de conocimientos especializados dentro de disciplinas específicas. Sin embargo, los desafíos contemporáneos exigen profesionales capaces de comunicarse eficazmente con especialistas de otras áreas y colaborar en entornos multidisciplinarios (Giordano, 2023).

En respuesta a esta necesidad, numerosas universidades han comenzado a incorporar programas de formación orientados al desarrollo de habilidades de comunicación interdisciplinaria. Estos programas incluyen actividades relacionadas con trabajo en equipo, resolución de conflictos, negociación, comunicación intercultural y divulgación científica. La creciente importancia de estas competencias refleja una transformación más amplia en la concepción de la actividad científica. La investigación contemporánea requiere no solo excelencia técnica y metodológica, sino también capacidades relacionales que permitan integrar conocimientos diversos y construir soluciones colectivas (Popper, 1963).

La comunicación entre disciplinas debe entenderse, por tanto, como un proceso dinámico de construcción compartida de significados. No se trata simplemente de intercambiar

información, sino de generar espacios donde diferentes perspectivas puedan interactuar, complementarse y transformarse mutuamente (Bermejo et al., 2014). Esta interacción constituye uno de los principales motores de la innovación científica y una condición indispensable para abordar los desafíos complejos que enfrenta la humanidad.

En definitiva, la comunicación interdisciplinaria representa mucho más que una habilidad complementaria dentro de la investigación contemporánea. Constituye un elemento estructural que condiciona la capacidad de los equipos para integrar conocimientos, gestionar diferencias y generar soluciones innovadoras (Garritz, 2004). A medida que la ciencia avanza hacia modelos cada vez más colaborativos e interdisciplinarios, el fortalecimiento de las competencias comunicativas se perfila como uno de los factores clave para el éxito de la investigación del siglo XXI.

Gestión de equipos interdisciplinarios en la ciencia contemporánea

La creciente complejidad de los problemas sociales, económicos, ambientales y tecnológicos ha impulsado una transformación significativa en la manera de producir conocimiento científico. Durante gran parte del siglo XX, la investigación se desarrolló predominantemente dentro de marcos disciplinarios claramente delimitados, donde cada área del conocimiento abordaba fenómenos específicos mediante metodologías particulares. Sin embargo, los desafíos contemporáneos han demostrado que muchos problemas reales no pueden comprenderse ni resolverse adecuadamente desde una única perspectiva disciplinaria (Arvanitis y Dutrénit, 1997).

La emergencia de fenómenos globales como el cambio climático, la seguridad alimentaria, las enfermedades emergentes, la transición energética, la inteligencia artificial y la sostenibilidad urbana ha evidenciado la necesidad de integrar conocimientos provenientes de diversas disciplinas (Bautista, 2021). Como consecuencia, la investigación interdisciplinaria ha adquirido una importancia creciente en las agendas científicas internacionales, convirtiéndose en uno de los enfoques más promovidos por universidades, centros de investigación y organismos financiadores (Hu, 2021).

La investigación interdisciplinaria puede definirse como un proceso de integración de conocimientos, teorías, métodos y perspectivas provenientes de diferentes disciplinas con el propósito de generar nuevos marcos explicativos y soluciones innovadoras para problemas complejos (Callirgos et al., 2022). A diferencia de la investigación

multidisciplinaria, donde las disciplinas trabajan de manera paralela conservando sus límites tradicionales, la interdisciplinariedad implica una interacción más profunda que busca la síntesis e integración de conocimientos.

Esta característica convierte a los equipos interdisciplinarios en estructuras organizacionales particularmente complejas. Los investigadores que participan en estos equipos suelen poseer diferentes formaciones académicas, marcos epistemológicos, metodologías de trabajo, lenguajes especializados y culturas científicas. Aunque esta diversidad constituye una fuente importante de creatividad e innovación, también genera desafíos relacionados con la coordinación, la comunicación y la gestión de las diferencias (Abarca, 2025; Madrid, 2018).

Diversos estudios recientes han demostrado que la diversidad cognitiva puede incrementar significativamente la capacidad innovadora de los equipos científicos. La presencia de investigadores con diferentes perspectivas favorece la generación de ideas originales, la identificación de nuevas preguntas de investigación y la exploración de enfoques metodológicos alternativos. Sin embargo, la diversidad también puede aumentar la probabilidad de conflictos, malentendidos y dificultades para alcanzar consensos (Castelo, 2025; Arias y Artigas, 2022).

Por esta razón, la gestión efectiva de equipos interdisciplinarios se ha convertido en un área de interés creciente dentro de la literatura científica contemporánea. La evidencia muestra que el éxito de estos equipos depende menos de la excelencia individual de sus integrantes y más de la capacidad colectiva para integrar conocimientos y trabajar de manera coordinada (Humpiri y Humpri, 2021).

Uno de los elementos más importantes para la gestión de equipos interdisciplinarios es la construcción de una visión compartida. Los miembros del equipo deben desarrollar una comprensión común del problema que intentan abordar, así como de los objetivos generales y específicos del proyecto. Esta visión compartida funciona como un marco de referencia que orienta las actividades individuales y facilita la coordinación colectiva (Lakatos, 1978).

La construcción de objetivos compartidos no ocurre de manera automática. Requiere procesos deliberados de negociación, discusión y reflexión colectiva. Los investigadores deben identificar puntos de convergencia entre sus intereses disciplinares y desarrollar un lenguaje común que facilite la comunicación (Morin, 1999; Abarca, 2025). Este proceso

puede demandar tiempo y recursos adicionales, pero constituye una inversión fundamental para el éxito de la colaboración interdisciplinaria.

Otro aspecto clave de la gestión interdisciplinaria es el establecimiento de estructuras organizativas flexibles. Los modelos jerárquicos tradicionales suelen resultar insuficientes para coordinar equipos compuestos por especialistas altamente calificados provenientes de diferentes áreas del conocimiento (Fochler et al., 2025). En este contexto, diversos estudios han destacado la importancia de adoptar modelos de liderazgo colaborativo que favorezcan la participación activa de todos los integrantes.

La flexibilidad organizacional permite adaptar los procesos de trabajo a las necesidades cambiantes de los proyectos de investigación. Los problemas complejos suelen evolucionar constantemente, lo que exige que los equipos sean capaces de modificar estrategias, incorporar nuevos conocimientos y responder a circunstancias imprevistas. Las estructuras rígidas pueden limitar esta capacidad de adaptación y dificultar la innovación (Arana, 2005; Bermúdez, 2021).

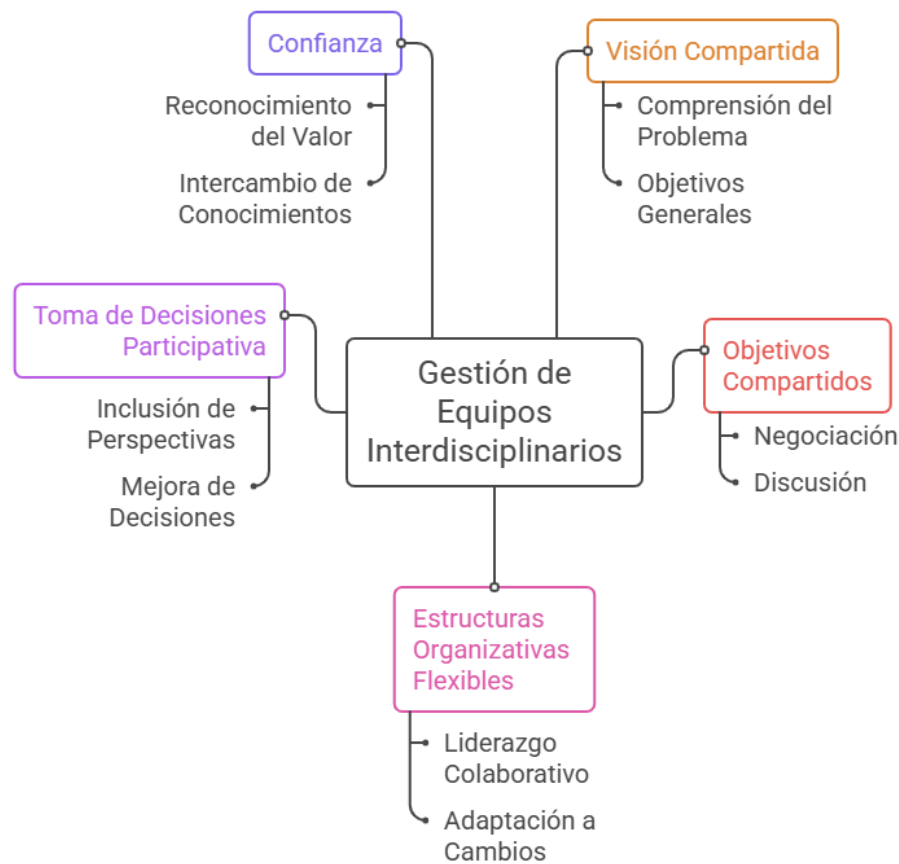
La gestión interdisciplinaria también implica la creación de mecanismos efectivos para la toma de decisiones. En muchos casos, los investigadores poseen diferentes criterios para evaluar evidencias, interpretar resultados o establecer prioridades. Estas diferencias pueden generar tensiones que, si no se gestionan adecuadamente, afectan el desempeño del equipo.

Las investigaciones más recientes sugieren que los procesos participativos de toma de decisiones contribuyen significativamente al éxito de los equipos interdisciplinarios. La inclusión de múltiples perspectivas permite identificar riesgos potenciales, mejorar la calidad de las decisiones y fortalecer el compromiso de los integrantes con los objetivos del proyecto (Falcón y Serpa, 2021).

La confianza constituye otro componente esencial en la gestión de equipos interdisciplinarios. La colaboración efectiva requiere que los investigadores reconozcan el valor de los conocimientos aportados por otras disciplinas y estén dispuestos a compartir información, recursos y experiencias. La ausencia de confianza puede limitar el intercambio de conocimientos y reducir el potencial innovador del equipo (Bachelard, 1938).

Figura 14

Gestión de equipos interdisciplinarios en la ciencia contemporánea



Nota. La gestión de equipos interdisciplinarios se fortalece mediante confianza, objetivos compartidos, liderazgo colaborativo y participación activa.

La construcción de confianza suele desarrollarse progresivamente mediante interacciones frecuentes, transparencia en la comunicación y cumplimiento de compromisos. Los líderes de proyectos interdisciplinarios desempeñan un papel fundamental en la creación de ambientes de trabajo que favorezcan la confianza mutua y el respeto por la diversidad de perspectivas. En los últimos años, la transformación digital ha introducido nuevos elementos en la gestión de equipos interdisciplinarios. Las plataformas colaborativas, los sistemas de videoconferencia, los repositorios digitales y las herramientas de gestión de proyectos han ampliado las posibilidades de cooperación entre investigadores ubicados en diferentes regiones geográficas (Bautista, 2021; Palamidessi et al., 2014).

La virtualización de la colaboración científica experimentó una aceleración significativa durante la pandemia de COVID-19. Muchas instituciones adoptaron modelos de trabajo remoto que demostraron la viabilidad de coordinar proyectos complejos mediante

herramientas digitales. Aunque la interacción presencial continúa siendo importante para fortalecer relaciones interpersonales, las tecnologías digitales han reducido considerablemente las barreras geográficas para la colaboración científica (Palamidessi et al., 2014).

No obstante, la digitalización también ha generado nuevos desafíos. Las diferencias en el acceso a tecnologías, las brechas digitales entre países y las limitaciones de conectividad pueden afectar la participación equitativa dentro de los equipos internacionales. Además, la comunicación virtual puede dificultar la construcción de confianza y la interpretación de señales sociales importantes para la interacción humana (Ochoa, 1989).

La gestión contemporánea de equipos interdisciplinarios también debe considerar aspectos relacionados con la diversidad, la equidad y la inclusión. Numerosas investigaciones han demostrado que los equipos diversos tienden a producir resultados más innovadores y relevantes socialmente. Sin embargo, para aprovechar plenamente estos beneficios es necesario crear ambientes que promuevan la participación equitativa de todos los integrantes (Arvanitis y Dutrénit, 1997).

Las cuestiones de género, cultura, nacionalidad, idioma y trayectoria profesional pueden influir significativamente en las dinámicas de colaboración. La gestión inclusiva busca identificar y reducir barreras que limiten la participación de determinados grupos, promoviendo condiciones más equitativas para la generación de conocimiento. Otro aspecto relevante es la evaluación del desempeño en equipos interdisciplinarios. Los sistemas tradicionales de evaluación científica suelen centrarse en indicadores individuales como publicaciones, citas o proyectos liderados. Sin embargo, estos criterios pueden resultar insuficientes para reconocer adecuadamente las contribuciones realizadas dentro de proyectos colaborativos complejos (Morin, 1999).

En respuesta a esta situación, diversas instituciones científicas están desarrollando nuevos modelos de evaluación que reconocen la importancia de la colaboración, la transferencia de conocimiento, la innovación social y el impacto interdisciplinario. Estas transformaciones reflejan una comprensión más amplia de la producción científica y de los múltiples factores que contribuyen al éxito de la investigación contemporánea (Abarca, 2025).

Finalmente, la gestión de equipos interdisciplinarios debe entenderse como un proceso dinámico que combina dimensiones humanas, organizativas, tecnológicas y culturales.

La evidencia científica reciente indica que los equipos más exitosos son aquellos que logran equilibrar la diversidad de perspectivas con mecanismos efectivos de integración, comunicación y coordinación (Tapia y Recalde, 2024).

En un contexto caracterizado por la creciente complejidad de los desafíos globales, la capacidad para gestionar equipos interdisciplinarios se ha convertido en una competencia estratégica para universidades, centros de investigación y organismos financiadores. La consolidación de modelos colaborativos efectivos no solo contribuye a mejorar la calidad de la investigación científica, sino que también fortalece la capacidad de la sociedad para enfrentar los problemas más urgentes del siglo XXI (Castelo, 2025).

Barreras y oportunidades en la cooperación científica

La cooperación científica se ha convertido en uno de los pilares fundamentales de la producción de conocimiento en el siglo XXI. La creciente complejidad de los problemas globales ha demostrado que los desafíos contemporáneos no pueden abordarse eficazmente mediante esfuerzos aislados o exclusivamente disciplinares. Fenómenos como el cambio climático, las pandemias, la inseguridad alimentaria, las transformaciones tecnológicas, la pérdida de biodiversidad y las desigualdades sociales requieren respuestas construidas desde múltiples perspectivas científicas, institucionales y geográficas. En este contexto, la cooperación científica emerge como una estrategia esencial para integrar capacidades, compartir recursos y generar soluciones innovadoras que respondan a las necesidades de una sociedad cada vez más interconectada (Arias y Artigas, 2022; Flores y Gallegos, 1993).

Durante las últimas décadas, la cooperación científica ha experimentado una expansión sin precedentes. El desarrollo de tecnologías digitales, la internacionalización de la educación superior y el fortalecimiento de programas de financiamiento colaborativo han favorecido la creación de redes de investigación que trascienden fronteras nacionales y disciplinarias. Actualmente, una proporción significativa de las publicaciones científicas de mayor impacto es resultado de colaboraciones entre investigadores pertenecientes a diferentes instituciones, países y áreas del conocimiento. Esta tendencia refleja un cambio profundo en la manera de concebir la producción científica, donde la generación de conocimiento se entiende cada vez más como un proceso colectivo (Castelo, 2025).

A pesar de sus múltiples beneficios, la cooperación científica enfrenta numerosos desafíos que pueden limitar su efectividad. Las barreras que dificultan la colaboración son diversas y abarcan dimensiones institucionales, culturales, económicas, tecnológicas, lingüísticas y políticas (Fochler et al., 2025; Figueroa et al., 2020). Comprender estas limitaciones resulta fundamental para diseñar estrategias que permitan fortalecer los procesos colaborativos y aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece la ciencia interdisciplinaria e internacional.

Una de las principales barreras identificadas en la literatura científica reciente es la persistencia de estructuras institucionales organizadas bajo modelos disciplinares tradicionales. Aunque la interdisciplinariedad ha ganado reconocimiento en los discursos académicos y en las políticas de investigación, muchas universidades y centros científicos continúan funcionando mediante esquemas administrativos que favorecen la especialización y la separación entre áreas del conocimiento. Esta situación puede dificultar la creación de proyectos colaborativos, ya que los investigadores suelen enfrentarse a procedimientos administrativos, criterios de evaluación y mecanismos de financiamiento diseñados principalmente para actividades disciplinares (Palamidessi et al., 2014).

Los sistemas de evaluación académica constituyen un ejemplo particularmente relevante de esta problemática. En numerosos contextos, el reconocimiento profesional continúa dependiendo en gran medida de indicadores individuales relacionados con publicaciones, citas y productividad científica dentro de una disciplina específica. Como consecuencia, algunos investigadores pueden percibir la participación en proyectos interdisciplinarios como una actividad que implica mayores riesgos y menores beneficios para sus trayectorias profesionales. Esta situación genera tensiones entre los incentivos institucionales y las demandas crecientes de colaboración científica (Santos, 2009).

Las diferencias epistemológicas representan otra barrera significativa para la cooperación interdisciplinaria. Cada disciplina desarrolla a lo largo del tiempo formas particulares de construir conocimiento, definir problemas de investigación y validar resultados. Estas diferencias pueden dificultar la integración de perspectivas cuando los investigadores intentan abordar problemas complejos desde enfoques colaborativos. En algunos casos, los desacuerdos sobre metodologías o criterios de evidencia pueden generar conflictos que afectan la dinámica de trabajo de los equipos (Humpiri y Humpri, 2021).

La existencia de culturas científicas diferenciadas también influye en los procesos de cooperación. Las disciplinas poseen tradiciones, valores y normas que orientan el comportamiento de sus integrantes. Estas culturas académicas pueden variar considerablemente entre áreas del conocimiento, afectando aspectos como la comunicación, la toma de decisiones y las expectativas sobre el trabajo colaborativo. Cuando estas diferencias no son reconocidas y gestionadas adecuadamente, pueden convertirse en fuentes de incomprensión y conflicto (Bermejo et al., 2014).

Las barreras lingüísticas continúan siendo uno de los desafíos más visibles dentro de la cooperación científica internacional. Aunque el inglés se ha consolidado como la lengua predominante de la comunicación académica global, una gran parte de la comunidad científica desarrolla sus actividades en otros idiomas. Esta situación genera desigualdades que afectan especialmente a investigadores provenientes de países donde el inglés no constituye una lengua de uso habitual. Las dificultades lingüísticas pueden limitar la participación en proyectos internacionales, reducir las oportunidades de publicación y afectar la visibilidad de determinadas comunidades científicas (Garritz, 2004).

Además de las diferencias idiomáticas, existen barreras relacionadas con los estilos de comunicación. La cooperación internacional involucra frecuentemente investigadores provenientes de contextos culturales diversos, donde las formas de interacción pueden variar significativamente. Las diferencias en la manera de expresar desacuerdos, formular críticas o interpretar normas sociales pueden generar malentendidos que dificulten la colaboración. La sensibilidad intercultural y el desarrollo de competencias comunicativas se convierten, por tanto, en elementos fundamentales para fortalecer la cooperación científica global (Ochoa, 1989).

Las desigualdades económicas constituyen otra limitación importante. La capacidad para participar en proyectos internacionales suele depender de la disponibilidad de recursos financieros, infraestructura tecnológica y apoyo institucional. Las diferencias existentes entre países y regiones generan escenarios donde algunas instituciones poseen mayores oportunidades para acceder a financiamiento, equipamiento avanzado y redes de colaboración (Falcón y Serpa, 2021). Estas asimetrías pueden afectar la distribución de responsabilidades y beneficios dentro de los proyectos científicos.

La concentración de recursos científicos en determinados países también contribuye a la reproducción de desigualdades dentro de la cooperación internacional. Numerosos

estudios han señalado que las instituciones ubicadas en regiones con mayores niveles de inversión en investigación suelen ocupar posiciones centrales dentro de las redes científicas globales, mientras que las instituciones de países con menores recursos enfrentan mayores dificultades para influir en la definición de agendas de investigación. Esta situación puede limitar la diversidad de perspectivas y reducir la capacidad de la ciencia para responder a problemáticas relevantes para contextos menos representados (Castañeda, 1987; Falcón y Serpa, 2021).

Las limitaciones tecnológicas representan una barrera adicional que ha adquirido especial relevancia en la era digital. Aunque las tecnologías de información y comunicación han ampliado considerablemente las posibilidades de colaboración, el acceso desigual a infraestructura tecnológica continúa afectando a numerosos investigadores. Problemas relacionados con conectividad, disponibilidad de equipos especializados o acceso a plataformas digitales pueden restringir la participación efectiva en proyectos colaborativos (Bachelard, 1938).

La gestión de datos científicos constituye otro desafío emergente dentro de la cooperación contemporánea. Los proyectos interdisciplinarios e internacionales suelen generar grandes volúmenes de información que deben ser almacenados, compartidos y analizados de manera coordinada. Las diferencias en estándares técnicos, políticas de acceso y capacidades institucionales pueden dificultar estos procesos. Asimismo, las preocupaciones relacionadas con privacidad, propiedad intelectual y seguridad de la información plantean nuevos retos para la colaboración científica (García et al., 2023).

Los aspectos políticos también influyen significativamente en las dinámicas de cooperación. Las relaciones internacionales, los cambios en políticas gubernamentales y las tensiones geopolíticas pueden afectar la continuidad de proyectos científicos colaborativos. Restricciones migratorias, limitaciones presupuestarias o cambios en prioridades nacionales de investigación pueden alterar las condiciones bajo las cuales se desarrollan las colaboraciones internacionales. La ciencia, aunque aspira a constituirse como una actividad universal, no permanece ajena a los contextos políticos que condicionan su desarrollo (Falcón y Serpa, 2021).

A pesar de estas barreras, las oportunidades asociadas a la cooperación científica son extraordinariamente amplias. Una de las principales ventajas radica en la posibilidad de integrar conocimientos y capacidades complementarias para abordar problemas

complejos. La colaboración permite reunir especialistas con diferentes experiencias, perspectivas y competencias, generando entornos particularmente favorables para la innovación. La interacción entre disciplinas favorece la identificación de conexiones inesperadas y estimula la generación de nuevas preguntas de investigación (Falcón y Serpa, 2021).

La cooperación científica también contribuye significativamente al fortalecimiento de capacidades institucionales. La participación en proyectos colaborativos facilita el acceso a conocimientos especializados, metodologías avanzadas y experiencias que pueden ser transferidas posteriormente a las organizaciones participantes. Este proceso de aprendizaje mutuo resulta especialmente valioso para instituciones ubicadas en contextos donde los recursos para investigación son limitados (Arana, 2005).

La formación de nuevas generaciones de investigadores constituye otra oportunidad importante derivada de la cooperación científica. Los proyectos colaborativos crean espacios donde estudiantes y jóvenes investigadores pueden interactuar con especialistas experimentados, participar en actividades internacionales y desarrollar competencias relacionadas con el trabajo interdisciplinario. Estas experiencias contribuyen a la formación de profesionales mejor preparados para enfrentar los desafíos de la ciencia contemporánea (Duedra et al., 2020).

La expansión de la ciencia abierta ha generado nuevas posibilidades para fortalecer la cooperación científica. Los principios de transparencia, accesibilidad y colaboración promovidos por este movimiento favorecen la circulación del conocimiento y reducen algunas de las barreras tradicionales asociadas al acceso a información científica. El acceso abierto a publicaciones, datos y recursos educativos amplía las oportunidades de participación y facilita la construcción de redes colaborativas más inclusivas (Hu, 2021).

Las tecnologías digitales continúan ampliando las posibilidades de cooperación. Las plataformas colaborativas permiten coordinar actividades, compartir documentos y desarrollar investigaciones conjuntas independientemente de la ubicación geográfica de los participantes. La inteligencia artificial, el análisis de grandes volúmenes de datos y las herramientas avanzadas de comunicación están transformando las formas de colaboración científica y creando nuevas oportunidades para la integración de conocimientos (Arrigui y Mosquera, 2022).

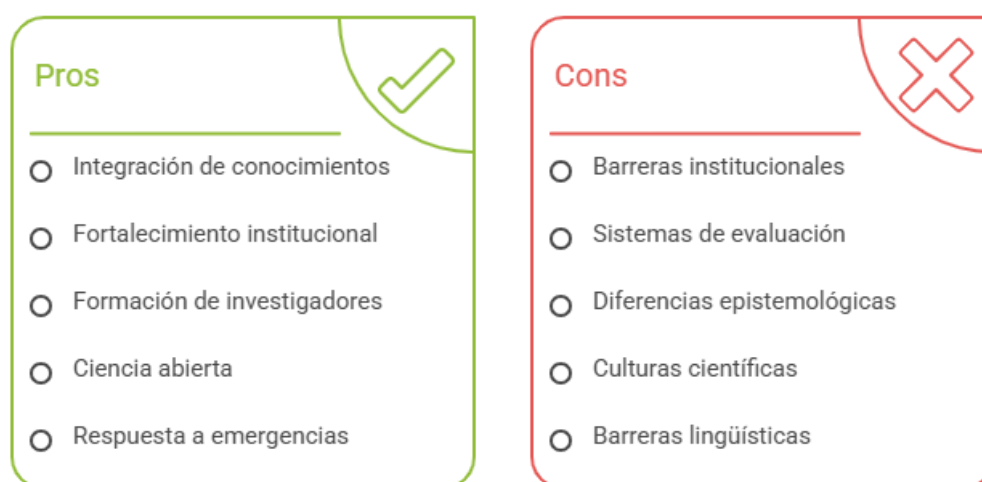
La cooperación científica también fortalece la capacidad de respuesta frente a problemas emergentes. Las experiencias recientes relacionadas con la pandemia de COVID-19 demostraron la importancia de contar con redes científicas internacionales capaces de movilizar rápidamente conocimientos, recursos y capacidades. La colaboración global permitió acelerar procesos de investigación, compartir información crítica y desarrollar soluciones en tiempos significativamente menores a los observados en contextos históricos anteriores (Castañeda, 1987).

Otra oportunidad relevante es el fortalecimiento del impacto social de la investigación. Los proyectos colaborativos suelen involucrar una diversidad de actores que incluye universidades, organismos gubernamentales, empresas y organizaciones de la sociedad civil. Esta interacción facilita la transferencia de conocimientos y aumenta las posibilidades de que los resultados científicos contribuyan efectivamente a la solución de problemas concretos. La cooperación permite conectar la producción académica con necesidades sociales reales, fortaleciendo la relevancia de la ciencia para el desarrollo humano (Arana, 2005).

Las tendencias actuales indican que la cooperación científica continuará expandiéndose durante las próximas décadas. Los desafíos globales asociados al cambio climático, la sostenibilidad, la salud pública y la transformación tecnológica requerirán niveles crecientes de colaboración interdisciplinaria e internacional. La capacidad para construir alianzas sólidas y gestionar eficazmente la diversidad se convertirá en una ventaja estratégica para investigadores, instituciones y sistemas nacionales de ciencia y tecnología (Figuerola et al., 2020).

Figura 15

Cooperación científica



Nota. La cooperación científica favorece la generación de conocimiento compartido, pero enfrenta barreras institucionales, culturales y epistemológicas. Elaboración propia.

En este escenario, resulta fundamental desarrollar políticas y prácticas orientadas a reducir las barreras que limitan la cooperación científica. Esto implica promover sistemas de evaluación más favorables a la colaboración, fortalecer las capacidades institucionales, mejorar el acceso a tecnologías y fomentar culturas académicas basadas en la inclusión y el respeto por la diversidad. Asimismo, es necesario avanzar hacia modelos de cooperación más equitativos que permitan una participación significativa de investigadores provenientes de diferentes regiones y contextos (de la Cruz, 2017).

La cooperación científica debe entenderse como mucho más que una estrategia para incrementar la productividad académica. Constituye un mecanismo esencial para ampliar las capacidades colectivas de generación de conocimiento, fortalecer la innovación y responder a problemas que superan las posibilidades de acción individual. En un mundo caracterizado por crecientes niveles de interdependencia, la colaboración emerge como una condición indispensable para el avance de la ciencia y el desarrollo sostenible de las sociedades (Abarca, 2025).

Las barreras existentes no deben interpretarse como obstáculos insuperables, sino como desafíos que requieren atención y compromiso por parte de la comunidad científica internacional. Las oportunidades asociadas a la cooperación superan ampliamente sus limitaciones, especialmente cuando las colaboraciones se fundamentan en principios de equidad, transparencia y respeto mutuo. El futuro de la investigación dependerá en gran

medida de la capacidad de los científicos para trabajar conjuntamente, integrar conocimientos diversos y construir soluciones colectivas para los grandes desafíos de nuestro tiempo (Castañeda, 1987; Bautista, 2021).

Capítulo

5

Perspectivas futuras de la investigación interdisciplinaria



Ciencia abierta e investigación colaborativa

La ciencia abierta se ha consolidado como una de las infraestructuras normativas y operativas más influyentes para el futuro de la investigación interdisciplinaria. La literatura reciente la presenta no solo como un conjunto de prácticas de publicación abierta, intercambio de datos o uso de software libre, sino como un ecosistema de transformación de los procesos de producción, validación, circulación y reapropiación del conocimiento. Un artículo de discusión publicado en *Business & Information Systems Engineering* en 2024 subraya que la ciencia abierta impacta ya la vida académica cotidiana en todas las disciplinas y que su espectro incorpora acceso abierto, datos abiertos, software abierto, metodologías abiertas, recursos educativos abiertos y, crucialmente, formas de diálogo y participación con actores sociales más allá de la comunidad científica tradicional (Ochoa, 1989).

Esa amplitud conceptual es importante para la interdisciplinariedad porque desplaza el foco desde la mera difusión de resultados hacia la organización completa del trabajo científico. En otras palabras, la ciencia abierta no solo pregunta “qué” se comparte, sino “cuándo”, “con quién”, “bajo qué reglas” y “con qué fines”. La revisión de Hofmann de 2022 es particularmente útil porque identifica que los desafíos epistemológicos de la ciencia abierta se distribuyen a lo largo de todas las fases del proceso de conocimiento: la obtención de datos, su validación, la replicación, el sesgo, la polarización interpretativa, la gobernanza y los llamados “looping effects” de los sistemas de evaluación. El valor de esta lectura para la interdisciplinariedad es claro: abrir un proceso no garantiza, por sí mismo, que sea mejor, más justo o más fiable. La apertura requiere diseño institucional y vigilancia ética (Flores y Gallegos, 1993; Concari, 2001).

La aparición de revisiones de alcance específicamente dedicadas al “impacto académico” de la ciencia abierta indica, además, que el debate ha dejado de descansar solo en convicciones normativas y está entrando en una fase de auditoría empírica. El trabajo de Klebel y colegas de 2025 en *Royal Society Open Science* sintetiza precisamente la evidencia disponible sobre el impacto académico de la ciencia abierta, mientras que otro artículo del mismo entorno editorial insiste en que las políticas de apertura deben integrar de forma mucho más explícita el compromiso social y la participación de actores no académicos. Esta transición desde el ideal de apertura hacia la evaluación de sus efectos

es una señal madura del campo: las prácticas abiertas ya no son novedad periférica, sino parte constitutiva del diseño futuro de la investigación (Popper, 1963).

Otro rasgo decisivo es que la ciencia abierta está ayudando a reconfigurar la colaboración científica. La revisión sistemática de Skubera y colegas sobre iniciativas internacionales de open research en psicología identificó 187 iniciativas activas, clasificadas en tres grandes grupos: 30 procedimentales, 70 estructurales y 87 comunitarias. Esa cartografía es reveladora porque muestra que la apertura no depende únicamente de la voluntad individual de los investigadores; requiere también nuevas reglas, nuevas infraestructuras y nuevos espacios organizados de comunidad. Para la investigación interdisciplinaria, esto significa que la colaboración futura será cada vez menos espontánea y cada vez más apoyada por dispositivos formales: guías, plataformas, redes, repositorios, políticas y sistemas de capacitación (Arias y Artigas, 2022).

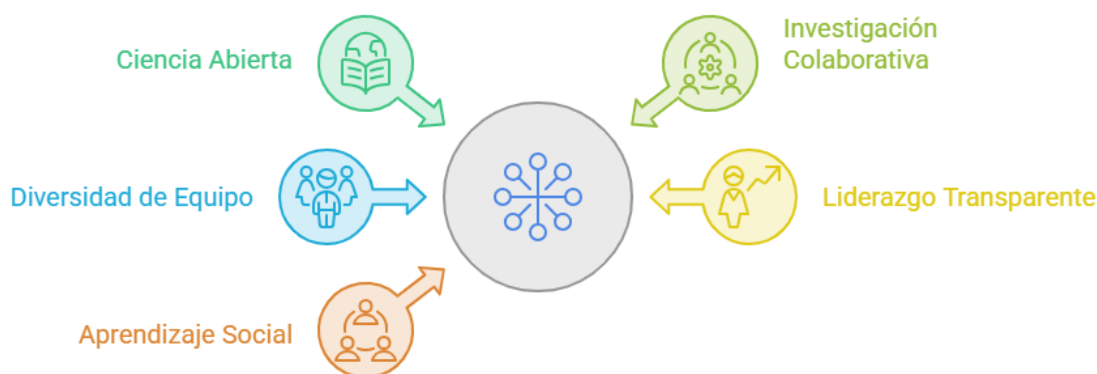
La convergencia entre ciencia abierta e investigación colaborativa también se observa en la transición hacia la ciencia en equipo. La literatura sobre *team science* ha mostrado con creciente claridad que trabajar entre disciplinas exige algo más que reunir expertos. El estudio de Gesing y colegas en *Advances in Health Sciences Education* aporta una conclusión especialmente valiosa: la colaboración interdisciplinaria exitosa comienza con liderazgo transparente y distribuido, y se sostiene mediante procesos de aprendizaje social, construcción de capital social y generación de capital humano y cognitivo. Esto corrige una visión ingenua de la interdisciplinariedad como “intercambio libre” entre especialistas. En los hechos, las colaboraciones productivas requieren mediación, arquitectura relacional y reglas compartidas de trabajo (Echeverri, 2018; Zemelman, 2021).

La relación entre diversidad y productividad también está mejor documentada que hace pocos años. Specht y colegas, en un estudio de 22 grupos científicos publicado en *PLOS ONE* en 2022, encontraron que la diversidad de equipo tiene un efecto positivo sobre la producción científica —medida en publicaciones y citas— a través de la mediación de procesos colaborativos más interdisciplinarios, visibles en la publicación y citación de fuentes más diversas. Sin embargo, el mismo estudio advirtió una tensión importante: esos beneficios coexistían con menores niveles de satisfacción percibida y de efectividad subjetiva entre miembros del equipo. Esta ambivalencia es crucial para el futuro del campo. La interdisciplinariedad puede mejorar resultados objetivos, pero

simultáneamente aumentar fricciones, costos de coordinación y carga emocional (Kuhn, 1962).

Figura 16

Factores que impulsan la investigación interdisciplinaria



Nota. La investigación interdisciplinaria se impulsa mediante ciencia abierta, colaboración, diversidad de equipos, aprendizaje social y liderazgo transparente.

Esa idea aparece de nuevo en trabajos más recientes. El mini-review de Johnson y colegas, publicado en 2026 en *Frontiers in Psychology*, subraya que los equipos interdisciplinarios son cada vez más importantes para abordar desafíos sociales complejos, pero reconoce que las diferencias entre sus miembros pueden obstaculizar gravemente la colaboración (Morin, 1999; García et al., 2023). El punto de fondo es que la diversidad epistémica no se traduce automáticamente en integración cognitiva. De ahí que la literatura actual insista en componentes antes considerados “blandos”, pero hoy centrales: seguridad psicológica, claridad de roles, gestión del conflicto, acuerdos de datos, reconocimiento equitativo y estructuras de mentoría.

Asimismo, empieza a consolidarse la idea de que la ciencia abierta, para ser verdaderamente interdisciplinaria, debe pasar de una lógica de “apertura al final del proceso” a otra de “apertura por diseño”. El artículo de Wehn y colegas sobre cómo avanzar el compromiso social dentro de las políticas de ciencia abierta señala que las políticas abiertas son un instrumento para aprovechar el potencial de la participación societal. La implicación para el trabajo interdisciplinario es que las decisiones sobre apertura no pueden posponerse hasta la publicación; deben incorporarse desde la formulación de preguntas, la negociación metodológica, la definición de indicadores y la planificación de impacto (Arana, 2005).

En ese mismo sentido, la preparación organizativa importa tanto como la voluntad individual. Lotrecchiano y colegas, en 2026, analizan la “preparación para el cambio organizacional” requerida por la ciencia en equipo y destacan la necesidad de formación, mentoría robusta, profesionalización de estructuras colaborativas y sostenimiento de la cooperación. Esta línea es decisiva para el futuro de la interdisciplinariedad porque afirma algo frecuentemente ignorado: la colaboración avanzada no es un rasgo natural de las instituciones, sino una capacidad que debe construirse deliberadamente (García et al., 2023).

Por eso, una de las transformaciones más profundas del futuro inmediato consiste en que la colaboración ya no podrá entenderse como un agregado opcional a trayectorias de investigación individuales. La ciencia abierta y la colaboración interdisciplinaria están generando un nuevo estándar de calidad investigativa, en el que la transparencia, la compartición responsable, la codiseñación y la capacidad de producir conocimiento en red se vuelven atributos centrales del quehacer científico (Palamidessi et al., 2014). Esta evolución no elimina la importancia de la experticia disciplinar; la vuelve más dependiente de su capacidad de traducirse, conectarse y ponerse en común.

Internacionalización de la investigación

La internacionalización es otra fuerza estructural que está redefiniendo el futuro de la investigación interdisciplinaria, aunque la evidencia reciente obliga a abordarla con mayor matiz que en décadas anteriores. Un estudio publicado en *eLife* en 2025, basado en datos de OpenAlex sobre más de 50 millones de artículos en más de 50.000 revistas, confirma una tendencia casi universal hacia una mayor internacionalización de las revistas científicas. Sin embargo, el mismo trabajo muestra que las trayectorias no son homogéneas: las revistas de medicina aparecen como menos internacionalizadas y sin aumentos significativos, mientras que en física se observan procesos de segregación entre revistas más y menos internacionalizadas. Estas diferencias importan porque indican que la internacionalización futura no será lineal ni simétrica entre campos (Arrigui y Mosquera, 2022).

Una implicación relevante de esa evidencia es que la internacionalización no debe leerse únicamente como expansión geográfica de coautorías. También expresa una reconfiguración de los flujos de autoridad, visibilidad y validación científica. El trabajo sobre la “Open Research University” publicado en 2023 muestra que, al comparar

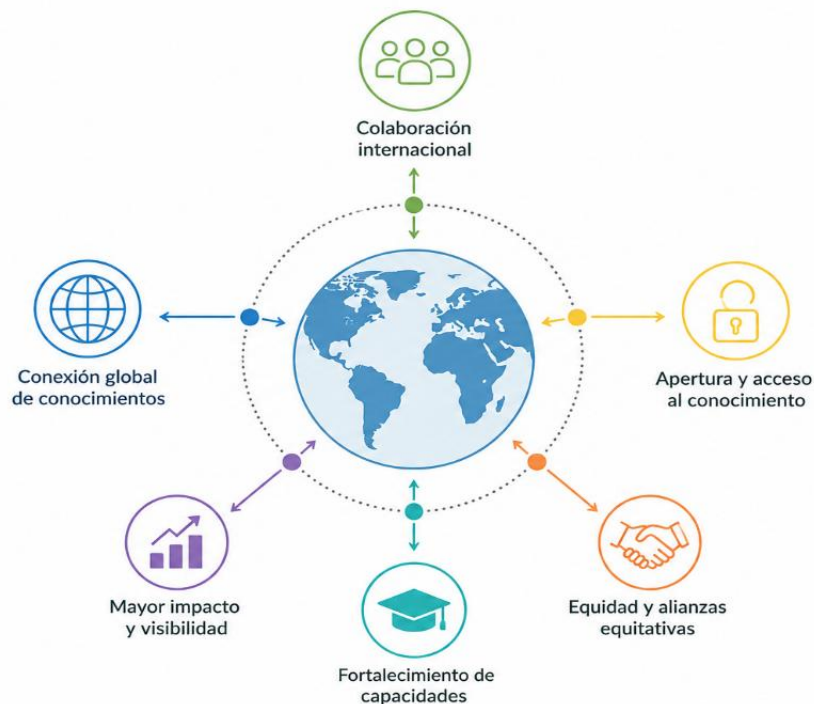
universidades abiertas y tradicionales, las publicaciones en acceso abierto, financiadas y con coautoría internacional tienen efectos positivos y estadísticamente significativos sobre las citas. Esto sugiere que la internacionalización no es un fenómeno aislado: se potencia cuando se articula con apertura, apoyo financiero y circulación transnacional de conocimiento (Wang y Ho, 2024).

Sin embargo, la internacionalización contemporánea arrastra desigualdades persistentes. El análisis de Turba y colegas en *Peer Community Journal* en 2026 sitúa en el centro de la discusión dos barreras estructurales: el idioma y el financiamiento. El artículo examina cómo esas barreras reproducen desigualdades entre Norte y Sur globales, afectando la capacidad de investigadores del Sur para publicar, ser leídos y participar de manera simétrica en circuitos internacionales. En una línea complementaria, un estudio de 2026 en *BMC Medical Education* señala que los investigadores del Sur Global enfrentan limitaciones de idioma, acceso a mentoría y oportunidades formativas, y propone los talleres de escritura científica como una estrategia asequible para fortalecer capacidad investigadora. El mensaje general es claro: sin políticas activas de fortalecimiento de capacidades y justicia lingüística, la internacionalización corre el riesgo de ampliar la visibilidad de algunos mientras intensifica la dependencia de otros (Lakatos, 1978; Zona y Giraldo, 2017).

La literatura reciente sobre alianzas equitativas refuerza ese diagnóstico. En *BMJ Global Health*, Ingenhoff y colegas sostienen que las alianzas de investigación global en salud siguen atravesadas por inequidades persistentes, y proponen seis estrategias para promover y sostener asociaciones más equitativas. Entre las inequidades señaladas —según el resumen disponible— figuran los desbalances de financiamiento, el reconocimiento desigual y la distribución inequitativa del poder. Este aporte es relevante para una teoría futura de la interdisciplinariedad porque muestra que la cooperación internacional no puede evaluarse solo por el número de países o instituciones involucradas. También debe valorarse por quién define prioridades, quién recibe fondos, quién firma primero, quién controla los datos y quién se beneficia institucionalmente (Tapia y Recalde, 2024).

Figura 17

Internacionalización de la investigación y colaboración científica global



Nota. Esquema que representa los principales elementos que fortalecen la internacionalización de la investigación mediante redes de colaboración, acceso abierto, equidad y fortalecimiento de capacidades científicas.

Ese argumento también aparece, con una formulación más aplicada, en el artículo de Bonnechère de 2025 en *Frontiers in Public Health*, que vincula las alianzas equitativas con la reducción de disparidades raciales en salud global. Aunque el caso se sitúa en salud pública, su alcance excede ese campo: la equidad colaborativa emerge como condición de legitimidad para cualquier investigación que trabaje con problemas complejos, comunidades diversas y agendas internacionalizadas. Del mismo modo, el trabajo sobre partenariados equitativos en primatología, publicado en 2025 en *International Journal of Primatology*, demuestra que incluso en áreas tradicionalmente muy especializadas se está imponiendo la exigencia de revisar la asimetría entre investigadores, sitios de estudio, infraestructuras y marcos normativos (Arrigui y Mosquera, 2022).

La internacionalización futura también tendrá que enfrentar un problema menos visible pero muy influyente: la heterogeneidad interna del concepto de “colaboración internacional”. No toda coautoría transnacional supone el mismo grado de interacción o reciprocidad. Algunas colaboraciones operan mediante vínculos intensivos de codiseño y

corresponsabilidad; otras funcionan como redes jerárquicas donde instituciones periféricas aportan acceso a campo, muestras o datos, mientras los centros metropolitanos concentran análisis, publicación y crédito. Aunque no siempre sea fácil distinguir ambas formas mediante métricas bibliométricas, la literatura reciente insiste en que esa distinción resulta metodológica y éticamente decisiva para evaluar el verdadero alcance de la internacionalización (Vega et al., 2024).

El ámbito doctoral y formativo refleja esta transición. El estudio de Meuleners y colegas sobre 82 programas de doctorado en ciencias de la vida en Alemania analizó explícitamente sus componentes interdisciplinarios e internacionales, además de cursos, supervisión y reglamentos. Que la “orientación internacional” aparezca ya como dimensión evaluable dentro del diseño doctoral muestra hasta qué punto la internacionalización se ha incorporado a la formación de investigadores y no solo a la circulación posterior de sus productos. Sin embargo, el hecho de que la investigación se haya planteado precisamente para detectar “obstáculos” enfrentados por doctorandos sugiere que la internacionalización formativa todavía convive con tensiones institucionales en supervisión, estructura curricular y acompañamiento (Arias y Artigas, 2022).

Desde una perspectiva más amplia, es razonable inferir que la internacionalización del futuro será cada vez menos una cuestión de movilidad física y cada vez más una cuestión de interoperabilidad cognitiva, digital y política. El aumento de plataformas abiertas, archivos de preprints, repositorios de datos, modelos de revisión distribuida y herramientas de colaboración remota facilita una internacionalización más continua y menos dependiente de la copresencia. Pero esa misma evolución hace visibles nuevas brechas: calidad de conectividad, costos de publicación, gobernanza de datos, traducción lingüística, soberanía digital y acceso desigual a infraestructuras. La internacionalización, por tanto, ya no puede definirse seriamente sin una discusión concurrente sobre justicia epistémica y condiciones materiales de participación (Zemelman, 2021).

Todo ello tiene consecuencias directas para la investigación interdisciplinaria. Cuanto más complejos y globales son los problemas abordados —cambio climático, salud global, transición energética, desigualdad tecnológica, seguridad alimentaria— menos viable es tratarlos desde marcos nacionales o unidisciplinarios. Pero cuanto más internacional es una colaboración, más se vuelve necesario diseñar mecanismos explícitos para equilibrar agendas, reconocer conocimiento local, pluralizar idiomas de trabajo y distribuir de

manera más justa liderazgo y beneficios. El futuro de la interdisciplinariedad internacional no será sostenible si solo amplía redes; debe también redistribuir capacidad de decidir y de representar el mundo (Arana, 2005).

Nuevos modelos de generación de conocimiento

Uno de los signos más claros de cambio en la literatura reciente es que la pregunta por el futuro de la investigación interdisciplinaria se está desplazando desde “cómo integrar disciplinas” hacia “cómo generar conocimiento con configuraciones más amplias que la academia tradicional”. En ese tránsito, nociones como co-producción, transdisciplinariedad, ciencia ciudadana, laboratorios vivientes, investigación participativa y *big-team science* ya no son periféricas. Se han convertido en herramientas conceptuales y organizativas para pensar cómo producir conocimiento útil, robusto y socialmente legítimo en contextos de alta complejidad (Flores y Gallegos, 1993).

Un aporte central en este punto es el artículo de Ligtermoet y colegas publicados en 2025 en *Humanities and Social Sciences Communications*. El estudio introduce un enfoque diagnóstico para preparar equipos interdisciplinarios para la co-producción con actores no investigadores y argumenta que hacen falta herramientas operativas capaces de articular contexto, posicionamiento, propósito, poder y proceso. El marco que proponen, centrado en las “cuatro P” —*Positionality, Purpose, Power, Process*— sitúa el contexto como núcleo y afirma que una co-producción sólida exige un entorno de aprendizaje colectivo sustentado por equidad, confianza, apertura, inclusividad y reflexividad. Además, al probar el enfoque con cuatro equipos interdisciplinarios, los autores observan que este genera aprendizaje y reflexividad en cuatro dominios: cognitivo, epistémico, normativo y relacional. Esta es una contribución muy importante porque convierte la co-producción en una capacidad entrenable, y no solo en una consigna política o metodológica (Calderón, 2024).

La revisión de Harris y colegas en *Global Sustainability* refuerza esa perspectiva al sostener que el futuro de la investigación transdisciplinaria no reside en eliminar tensiones, sino en trabajar con ellas. Su análisis identifica tensiones emergentes en distintas etapas del proceso de investigación y muestra que los proyectos pueden desarrollar capacidades precisamente al aprender a navegar lógicas institucionales y profesionales distintas. Esta idea marca una ruptura con la expectativa de armonía total que a veces acompaña el discurso interdisciplinario. Las tensiones entre impacto social,

productividad académica, tiempos institucionales, expectativas comunitarias y lógicas de financiamiento no desaparecen; deben hacerse visibles, negociarse y gobernarse (Arias y Artigas, 2022).

La ciencia ciudadana constituye otro laboratorio decisivo para estos nuevos modelos. La revisión sistemática de Yu y colegas publicadas en 2025 en *Science and Public Policy* examinó 211 estudios sobre co-producción de conocimiento a través de ciencia ciudadana y halló que los resultados científicos y sociales aparecen casi equilibrados en la literatura reciente, además de registrar un fuerte aumento de trabajos desde 2015 (Calva et al., 2018; Abarca, 2025). El estudio también encontró 29 factores agregados en tres grandes temas —configuración del proyecto, participantes ciudadanos y contexto amplio— y subrayó que la literatura se concentra fuertemente en países anglosajones, con representación todavía limitada de Asia continental y África. Esto es muy revelador para el futuro de la interdisciplinariedad: la producción de conocimiento con públicos y comunidades ya es suficientemente amplia como para ser sistematizada, pero aún está sesgada geográficamente y, por tanto, requiere expansión epistemológica y territorial.

Lo relevante aquí es que la ciencia ciudadana no solo amplía la base social de la investigación; modifica también el tipo de conocimiento que puede producirse. En lugar de operar exclusivamente bajo la lógica de productividad científica, incorpora objetivos de democratización, aprendizaje, legitimidad pública y acción colectiva. La literatura revisada por Yu y colegas sugiere que los estudios más recientes están intentando precisamente articular esas dos visiones —productividad y democratización— en vez de considerarlas incompatibles. Si esa tendencia se profundiza, la investigación interdisciplinaria del futuro estará menos separada de la vida pública de lo que ha estado históricamente (Ochoa, 1989).

Otra línea prometedora es la del modelo coordinado de código abierto. Turek, en *Quality & Quantity* (2025), plantea que este modelo puede complementar la infraestructura convencional de investigación, especialmente en ciencias sociales, al ofrecer flexibilidad, descentralización y desarrollo basado en comunidad, alineado con valores de reproducibilidad y transparencia (Garritz, 2004; García et al., 2023). La importancia de esta propuesta está en que traduce la lógica del software y del desarrollo distribuido a la organización del conocimiento científico. En vez de depender exclusivamente de laboratorios o centros cerrados, ciertas infraestructuras, instrumentos y bases analíticas

pueden construirse colaborativamente por comunidades amplias, con iteraciones continuas y existencia pública.

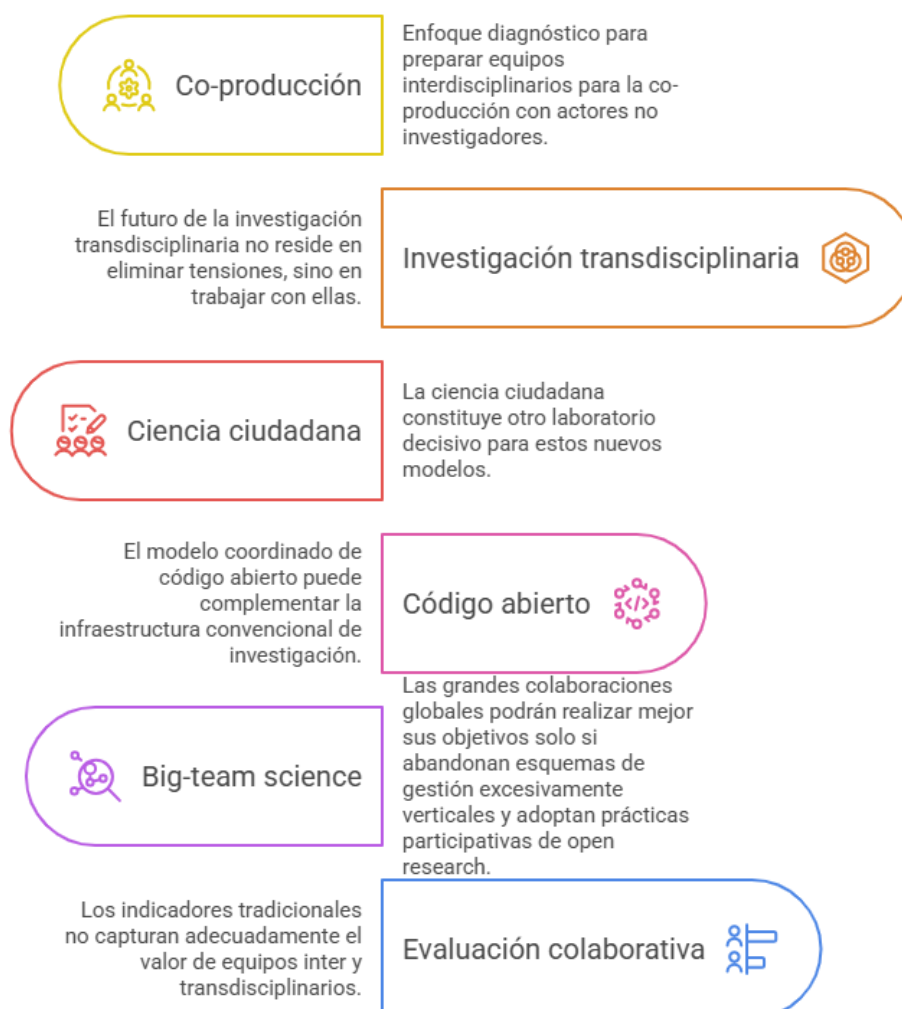
Este desplazamiento tiene consecuencias de gran alcance. Si el conocimiento se organiza crecientemente en marcos abiertos y coordinados, las fronteras entre productor y usuario, entre autor y mantenedor, entre investigador principal y colaborador técnico, pueden volverse más porosas. Eso obliga a revisar conceptos tradicionales de autoría, propiedad intelectual, prioridad y mérito. También abre una posibilidad muy potente para la interdisciplinariedad: construir objetos de investigación comunes —repositorios, estándares, ontologías, paquetes de software, protocolos— que funcionen como “lenguas de contacto” entre disciplinas (Echeverri, 2018; Popper, 1963).

La *big-team science* representa quizá la formulación más visible de estos nuevos arreglos. Weinstein y colegas, en 2026, sostienen que las grandes colaboraciones globales podrán realizar mejor sus objetivos solo si abandonan esquemas de gestión excesivamente verticales y adoptan prácticas participativas de open research. El artículo es importante porque advierte que la sola ampliación de escalas colaborativas no garantiza diversidad real ni equidad. Sin mecanismos participativos, la ciencia en gran escala corre el riesgo de reproducir jerarquías existentes a través de decisiones aparentemente técnicas sobre cronogramas, orden de autoría o prioridades analíticas. En esa línea, el futuro no parece orientarse simplemente hacia “equipos más grandes”, sino hacia equipos grandes mejor gobernados (Hu, 2021).

El cambio también alcanza a la evaluación. McQuerry y colegas, en *Frontiers in Psychology* (2026), argumentan que los indicadores tradicionales —como número de artículos, factor de impacto o índice h— no capturan adecuadamente el valor de equipos inter y transdisciplinarios, especialmente cuando contribuyen mediante mentoría, articulación comunitaria, infraestructura o sostenimiento de colaboración a largo plazo. Su propuesta de “guideposts” colaborativos se inscribe en una tendencia más amplia: mover la evaluación desde una lógica de producto final hacia otra capaz de reconocer procesos, cuidados organizativos, transferencia, aprendizaje y justicia colaborativa (Arrigui y Mosquera, 2022).

Figura 18

Nuevos modelos de generación de conocimiento



Nota.

Los nuevos modelos de conocimiento se basan en la colaboración abierta, la participación social y la integración de diversos saberes. Elaboración propia.

Visto en conjunto, el panorama es nítido. Los nuevos modelos de generación de conocimiento están impulsando una investigación interdisciplinaria más abierta a actores externos, más apoyada por infraestructuras digitales, más consciente de los contextos de poder y más dependiente de la reflexividad organizacional (Arvanitis y Dutrénit, 1997). Pero también están haciendo más compleja la tarea de coordinar equipos, definir estándares y evaluar contribuciones. El futuro, por tanto, no será solo más colaborativo; será también metodológicamente más exigente y conceptualmente menos cómodo que el presente.

Retos éticos de la interdisciplinariedad

La expansión de la investigación interdisciplinaria está obligando a revisar de forma profunda los marcos éticos tradicionales de la investigación. La razón es sencilla: los sistemas de evaluación ética, los protocolos de consentimiento, las normas de gestión de datos y las reglas de publicación surgieron en gran medida para contextos disciplinarios relativamente estables, con objetos, poblaciones y métodos más previsibles (Abarca, 2025). La interdisciplinariedad contemporánea, en cambio, combina métodos, escenarios, tipos de evidencia, interlocutores y tecnologías de manera mucho más variable. Por eso, una parte importante de la literatura 2024-2026 ya no trata la ética como un “paso administrativo” previo a la investigación, sino como un problema constitutivo del diseño colaborativo (Garritz, 2004).

Un hallazgo especialmente revelador procede del artículo de Tapscott y Rincón Machón en 2025. Su estudio introduce el primer conjunto de datos global sobre regulación ética a nivel nacional y muestra que, aunque el 87% de los países tiene algún requisito de revisión ética, solo el 25% extiende esas regulaciones a las ciencias sociales. Además, entre los países sin evidencia de tales requisitos, casi la mitad son frágiles o afectados por conflicto. Este dato es de alto valor para la reflexión interdisciplinaria: buena parte de la investigación que mezcla ciencias sociales, salud pública, humanidades digitales, inteligencia artificial, educación o estudios ambientales opera en zonas grises regulatorias, donde los marcos de ética formal son parciales o desiguales (Falcón y Serpa, 2021; Hu, 2021).

La crítica a los procedimientos de evaluación ética en ciencias sociales también se ha vuelto más explícita. Macnamara, en un artículo de 2025 en *Journal of Academic Ethics*, argumenta que los procesos de aprobación ética pueden producir efectos perversos en la investigación social, especialmente cuando esta debe responder a emergencias sociales, ambientales o sanitarias. La tesis es importante porque cuestiona la suposición de que más burocracia ética genere automáticamente mejor ética. En investigaciones interdisciplinarias, donde los tiempos de respuesta, los métodos flexibles y la adaptación al contexto suelen ser decisivos, los sistemas rígidos pueden obstaculizar tanto la pertinencia como la calidad del trabajo (Abarca, 2025).

Esa preocupación se profundiza con la evidencia acumulada en 2025-2026 sobre experiencias de revisión ética en humanidades y ciencias sociales. La publicación sobre

investigadores suecos en *Journal of Academic Ethics* indica que el tema se ha convertido en un objeto propio de investigación y debate dentro del campo (Falcón y Serpa, 2021). Esto sugiere que el futuro de la ética interdisciplinaria no consistirá solo en aplicar reglas existentes, sino en revisar si los propios dispositivos institucionales son adecuados para investigaciones híbridas, participativas, digitales o transnacionales.

La ciencia abierta añade una capa adicional de complejidad. Hofmann mostró ya en 2022 que los principales desafíos epistemológicos de la ciencia abierta —gobernanza, sesgo, validación, replicación, procuración de datos, polarización— tienen implicaciones éticas directas como injusticia, daño, manipulación, pérdida de autonomía y disminución de la confianza. El argumento es decisivo para la interdisciplinariedad porque buena parte de las colaboraciones futuras dependerá de compartir datos, modelos, protocolos y resultados en espacios abiertos o semia-biertos. Si esa apertura se diseña sin considerar asimetrías de capacidad, protección de personas y usos secundarios de la información, puede generar exclusiones y riesgos en lugar de democratización (Garritz, 2004).

La intersección entre ciencia abierta y tecnologías disruptivas ha sido tematizada con especial claridad por Spitale y colegas en 2024. Su artículo en *Science and Engineering Ethics* examina el caso de tecnologías disruptivas —como las IA generativas— y argumenta que la apertura no debe asumirse como valor moral absoluto. Por el contrario, debe pensarse como valor instrumental subordinado a otros fines éticos, dado que la diseminación abierta de tecnologías escalables y de doble uso puede acarrear riesgos significativos (García et al., 2023). Esta tesis es particularmente importante para el futuro de la investigación interdisciplinaria, porque muchos de sus espacios más dinámicos hoy se encuentran precisamente en la interfaz entre IA, salud, ciencias sociales, derecho y gobernanza.

La inteligencia artificial, de hecho, está convirtiéndose en uno de los mayores laboratorios éticos de la interdisciplinariedad contemporánea. Un análisis bibliométrico publicado en *Societies* en 2025 subraya que la rápida expansión de la IA en la investigación en ciencias sociales introduce dilemas críticos y obligará a los investigadores a definirse como “guardianes éticos” o como pioneros de una transformación impulsada por IA (Echeverri, 2018). Aunque el artículo se centra en ciencias sociales, su pregunta es útil de forma general: ¿cómo integrar nuevas herramientas analíticas sin erosionar transparencia metodológica, responsabilidad autoral, explicabilidad y justicia epistémica?

La ética interdisciplinaria también debe lidiar con la pluralidad normativa. El artículo de Mertz y colegas en *Animals* (2024) es muy ilustrativo en este punto porque trata la ética de la investigación animal como un campo emergente que solo puede desarrollarse mediante un esfuerzo interdisciplinario e internacional, integrando ciencia, ética, derecho y perspectivas sociales. La propuesta de un modelo por fases, junto con la identificación de 16 desafíos clave y cuatro meta-retos —entre ellos pluralismo moral, pluralidad internacional de normas y educación interdisciplinaria— ofrece una lección extrapolable a otros ámbitos: cuando la investigación cruza dominios normativos distintos, no basta con aplicar una ética uniforme; hace falta construir marcos capaces de trabajar con desacuerdo razonable y diversidad regulatoria (Santos, 2009; Schuff y Hubert, 2024).

Además, la ética del futuro será inseparable de la cuestión de la justicia en la colaboración internacional. Los estudios sobre desigualdad Norte-Sur y alianzas equitativas muestran que los problemas éticos de la investigación no se reducen a consentimiento, confidencialidad o riesgo individual. Incluyen también quién enmarca el problema, quién beneficia de la visibilidad, quién capitaliza la infraestructura y quién ve reconocido su conocimiento. Los desequilibrios de idioma, financiamiento, movilidad y autoría son, en ese sentido, problemas éticos y epistémicos al mismo tiempo (Vega et al., 2024).

A partir de esta evidencia, puede sostenerse que el reto ético central de la interdisciplinariedad futura es pasar de una ética de cumplimiento a una ética de gobernanza. La primera se pregunta si un proyecto cumple con normas preexistentes; la segunda pregunta si las reglas, acuerdos, tecnologías, métricas y relaciones de poder que sostienen el proyecto producen investigación justa, fiable y socialmente responsable. Esa transición no es semántica. Implica que la ética deje de ser un control periférico y se convierta en un principio de diseño del trabajo colaborativo (Abarca, 2025).

Figura 19

Principales retos éticos de la investigación interdisciplinaria



Nota. Esquema que sintetiza los desafíos éticos asociados a la investigación interdisciplinaria, incluyendo regulación, ciencia abierta, inteligencia artificial, justicia colaborativa y pluralidad normativa.

Tendencias futuras de la investigación global

La literatura reciente permite identificar, con razonable claridad, varias direcciones probables para la investigación interdisciplinaria en el corto y mediano plazo. No se trata de futurismo especulativo, sino de inferencias apoyadas en cambios ya observables en las formas de colaboración, en las infraestructuras, en la evaluación y en la ética de la investigación. La primera tendencia es la consolidación de la ciencia en equipo como formato dominante para abordar problemas complejos. Los artículos publicados en 2025 y 2026 sobre *team science* coinciden en que los equipos interdisciplinarios están dejando de ser arreglos excepcionales para convertirse en una forma organizacional estable y cada vez más profesionalizada (Cassirer, 1953).

Una segunda tendencia es el desplazamiento desde métricas individuales hacia indicadores relacionales y procesuales. La propuesta de “guideposts” colaborativos formulada por McQuerry y colegas se alinea con un malestar creciente frente a los indicadores tradicionales de productividad, especialmente cuando se aplican a proyectos amplios, distribuidos y orientados a impacto social. En el futuro cercano, es probable que

gane terreno una evaluación capaz de reconocer contribuciones de coordinación, curaduría de datos, construcción de comunidad, mentoría, traducción entre disciplinas y sostenimiento de estructuras comunes. Esta evolución sería coherente con la expansión de la ciencia abierta y de modelos de co-producción, porque ambos dependen de tareas que suelen quedar invisibilizadas en los sistemas clásicos de recompensa (Arana, 2005).

Una tercera tendencia es la institucionalización de capacidades colaborativas. La revisión sobre preparación organizacional para *team science* publicada en 2026 insiste en la necesidad de formación, mentoría, profesionalización de estructuras y sostenimiento de la colaboración. Si esta agenda avanza, la interdisciplinariedad dejará de considerarse un rasgo de talento individual o de “buena voluntad” académica y será tratada como competencia institucional entrenable (Figuerola et al., 2020). Esto podría traducirse en oficinas de apoyo para ciencia en equipo, formación doctoral específica en colaboración interdisciplinaria, protocolos de autoría y datos más sofisticados, y sistemas de mediación para conflictos epistémicos y organizativos.

Una cuarta tendencia es la expansión de la co-producción y de la participación social como parte ordinaria de la investigación. El trabajo de Ligtermoet y el de Yu muestran que la integración de actores no académicos ya no es un añadido ocasional, sino una orientación metodológica en crecimiento. La co-producción, la ciencia ciudadana y otros formatos participativos tienden a ganar relevancia allí donde los problemas investigados exigen legitimidad local, implementación práctica o negociación de valores. Es razonable inferir que esta tendencia crecerá especialmente en ámbitos como salud pública, sostenibilidad, transición energética, planificación urbana, educación y gobernanza digital (Flores y Gallegos, 1993).

Una quinta tendencia es la mezcla cada vez más estrecha entre apertura y prudencia. Durante años, buena parte del discurso sobre ciencia abierta operó bajo el supuesto de que abrir más era siempre mejor. La literatura reciente sobre tecnologías disruptivas y gobernanza ética está matizando esa posición. La apertura seguirá expandiéndose, pero probablemente lo hará acompañada de criterios más refinados sobre riesgo, sensibilidad de datos, doble uso tecnológico, derechos de comunidades y soberanía epistémica. En otras palabras, la tendencia no parece ser un retroceso de la apertura, sino una apertura más selectiva, contextual y gobernada (Sanchez et al., 2025; Garritz, 2004).

Una sexta tendencia es la reconfiguración geopolítica de la internacionalización. La evidencia de *eLife* confirma el avance de la internacionalización, pero los artículos sobre desigualdad Norte-Sur, barreras de idioma y alianzas equitativas muestran que la discusión se está desplazando desde la expansión cuantitativa de redes hacia la calidad política de las conexiones globales. De ahí puede inferirse que la investigación global del futuro estará crecientemente atravesada por debates sobre descolonización, plurilingüismo, acceso equitativo a financiamiento, liderazgo del Sur Global y legitimidad de saberes locales. La interdisciplinariedad tendrá que adaptarse a ese escenario si quiere seguir siendo relevante frente a problemas globales marcados por asimetrías históricas (Castañeda, 1987).

Una séptima tendencia es la emergencia de una ecología más variada de formatos de conocimiento. El modelo coordinado de código abierto, la gran ciencia colaborativa, los laboratorios de conocimiento y los marcos participativos sugieren que el “producto científico” futuro no será solo el artículo tradicional. Ganarán peso bases de datos interoperables, software mantenido comunitariamente, protocolos versionados, documentos vivos, infraestructuras compartidas, paneles visuales, revisiones abiertas y productos diseñados para contextos de decisión (Figuerola et al., 2020). Esta ecología más amplia exigirá, a su vez, formas nuevas de archivo, citación, reconocimiento y evaluación.

Finalmente, una tendencia transversal atraviesa todas las anteriores: la reflexividad. La interdisciplinariedad futura parece dirigirse hacia modelos donde los equipos deberán explicitar no solo sus métodos, sino también sus supuestos, sus relaciones de poder, sus criterios de inclusión, sus fines sociales y el tipo de mundo que su investigación ayuda a producir. La insistencia reciente en contextos, propósitos, poder, aprendizaje relacional y equidad colaborativa indica que la reflexividad dejará de ser un atributo deseable y pasará a ser un componente técnico del trabajo científico de alta complejidad (Giordano, 2023).

Tabla 4

Principales tendencias futuras de la investigación global

Tendencia	Característica principal	Implicación
Ciencia en equipo	Consolidación de equipos interdisciplinarios	Mayor capacidad para resolver problemas complejos

Tendencia	Característica principal	Implicación
Nuevas formas de evaluación	Reconocimiento de contribuciones colaborativas	Valoración más integral del trabajo científico
Participación social	Inclusión de actores no académicos	Mayor legitimidad e impacto social
Ciencia abierta responsable	Apertura con criterios éticos y de seguridad	Equilibrio entre transparencia y protección
Infraestructuras digitales	Uso de plataformas, datos y herramientas interoperables	Investigación más conectada y eficiente
Reflexividad científica	Análisis de valores, poder y propósito de la investigación	Mayor responsabilidad social y ética

Nota. La tabla sintetiza las tendencias que podrían orientar la evolución de la investigación interdisciplinaria y global durante la próxima década.

En conjunto, el panorama futuro puede sintetizarse así: la investigación global será más abierta, más conectada, más distribuida y más apoyada por infraestructuras digitales; pero también estará más obligada a justificar sus decisiones normativas, a reconocer asimetrías y a demostrar que su colaboración produce no solo más resultados, sino mejores formas de conocimiento. Esa será, probablemente, la prueba decisiva de la interdisciplinariedad en la próxima década (Arana, 2005).

Bibliografía

- Abarca, A. (2025). Metodologías activas en Ecuador: Aproximación a la revisión de literatura de aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas y aula invertida. *MLS Educational Research*, 9(1), 175-192. <https://doi.org/10.29314/mlser.v9i1.2429>
- Álvarez, M., Sierra, E. M., León, M. Q., González, I., Delgado, A., y Rodríguez, M. (2016). Un breve recuento acerca de los Premios Nobel de Medicina y Fisiología. Presencia cubana. *Revista Médica Electrónica*, 38(6), 929-940. <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v38n6/rme170616.pdf>
- Arana, M. (2005). La educación científico-tecnológica desde los estudios de la ciencia, tecnología, sociedad e innovación. *Tabula Rasa*(3), 293-313. <https://www.redalyc.org/pdf/396/39600315.pdf>
- Arias, F., y Artigas, W. (2022). Cómo plantear problemas científicos relevantes identificando brechas de investigación. *Mujer Andina*, 1(1), 76-82. <https://doi.org/10.36881/ma.v1i1.644>
- Arrigui, E., y Mosquera, J. (2022). Aportes de la educación STEAM a la enseñanza de las ciencias; una revisión documental entre 2018 y 2021. *Revista Latinoamericana De Educación Científica, Crítica Y Emancipadora*, 1(1), 49–61. <https://journalusco.edu.co/index.php/LadECiN/article/view/4270>
- Arvanitis, R., y Dutrénit, G. (1997). La investigación tecnológica básica: ¿ciencia pública o ciencia privada? *Revista Mexicana de Sociología*, 59(3), 83-107. <https://www.jstor.org/stable/3541374>
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris: Vrin.
- Bautista, A. (2021). STEAM education: contributing evidence of validity and effectiveness (Educación STEAM: aportando pruebas de validez y efectividad). *Sage. Journal for the Study of Education and Development: Infancia y Aprendizaje*, 44(4), 755-768. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926678>

- Bermejo, R., Ruiz, M. J., Ferrándiz, C., Soto, G., y Sainz, M. (2014). Pensamiento científico-creativo y rendimiento académico. *REVISTA DE ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN*, 1(1), 64-72. <https://doi.org/10.17979/reipe.2014.1.1.24>
- Bermúdez, I. (2021). La redacción científica en docentes universitarios: reflexiones pedagógicas. *Educación y sociedad*, 19(3), 59-74. <https://revistas.unica.cu/index.php/edusoc/article/view/1871/3095>
- Bokulich, A. (2011). How scientific models can explain. *Synthese*, 180, 33–45. <https://doi.org/10.1007/s11229-009-9565-1>
- Cabrera, S., y Cepeda, J. (2022). La epistemología, guía para el conocimiento científico. *Portal De La Ciencia*, 3(2), 123–133. <https://doi.org/10.51247/pdlc.v3i2.317>
- Cachapuz, A. (2023). Educação em ciências. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, 4, 1-21. <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/933>
- Calderón, G. M. (2024). Integración de estrategias andragógicas basadas en neuroeducación en la formación médica: una revisión sistemática. *Revista Multidisciplinaria Voces De América Y El Caribe*, 1(1), 491-517. <https://doi.org/10.69821/REMUUVAC.v1i1.68>
- Callirgos, L. A., Gamarra, P. C., y Cisneros, J. D. (2022). *La investigación científica. Una aventura epistémica, creativa e intelectual*. Religacion Press.
- Calva, D. X., Granda, A. N., y Daquilema, B. A. (2018). La ciencia como medio para alcanzar el conocimiento científico. *Sociedad & Tecnología*, 1(1), 38–48. <https://doi.org/10.51247/st.v1i1.83>
- Canga, M. M., Chiles, M. E., Valverde, B. E., Bohórquez, M. A., y Vilela, T. I. (2025). Estrategias Didácticas Basadas en la Neuroeducación para Mejorar la Atención y Memoria en Estudiantes de Educación Básica. *Revista Científica Multidisciplinar SAGA*, 2(2), 203-214. <https://doi.org/10.63415/saga.v2i2.102>
- Cassirer, E. (1953). *The philosophy of symbolic forms: Volume 4: The Metaphysics of symbolic forms*. Yale University Press. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nqPkaQjkkMC&oi=fnd&pg=PR7>

&dq=Cassirer+(1953)&ots=BnGsY7h4zP&sig=8gLdQyLU4qmmJx1RPrCF_jpv
GGE#v=onepage&q=Cassirer%20(1953)&f=false

- Castañeda, F. (1987). La crisis de la epistemología. *Revista Mexicana de Sociología*, 49(1), 13-31. <https://doi.org/10.2307/3540425>
- Castelo, 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>
- Concari, S. B. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação*, 7(1), 85-94. <http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v07n01/v07n01a06.pdf>
- de la Cruz, Y. (2017). El rigor científico: una necesidad de las investigaciones en ciencias de la educación. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 3(2), 41-50. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/414>
- Duarte, O., y Velho, L. (2009). La bioprospección como un mecanismo de cooperación internacional para fortalecimiento de capacidades en ciencia y tecnología en Colombia. *Ciência da Informação*, 38(3), 96-110. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652009000300007>
- Duedra, M. J., Tobes, P. G., Montes, M. M., y Galliari, F. (2020). Ciencia básica, ciencia aplicada, extensión y divulgación: de la compartimentalización a la ecología de saberes o transdisciplinariedad. *Trayectorias Universitarias*, 6(11), 1-13. <https://doi.org/10.24215/24690090e038>
- Echeverri, J. C. (2018). Construir la humanidad: proyecto del pensamiento crítico en educación tradicional. *Kénosis*, 6(11), 130-1500. <https://doi.org/10.47286/23461209.144>
- Falcón, A. L., y Serpa, G. R. (2021). Acerca de los métodos teóricos y empíricos de investigación: significación para la investigación educativa. *Revista Conrado*, 17(S3), 22-31. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/Conrado/article/view/2133>
- Figuerola, I., Pezoa, E., Godoy, M., y Díaz, T. (2020). Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la

- formación inicial docente. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(41), 257 - 273. <https://doi.org/10.21703/rexe.20201941figueroa14>
- Flores, F., y Gallegos, L. (1993). Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia. *Perfiles Educativos*(62), 1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/132/13206204.pdf>
- Fochler, M., Janger, J., Stampfer, M., Straanig, M., Benner, M., Charos, A., . . . Unterlass, F. (2025). Just following the money? How research funding shapes the governance of university research. *Science and Public Policy*, 1-16. <https://doi.org/10.1093/scipol/scaf056>
- García, J., Carhuas, L., Gonzales, E., y Barrios, C. (2023). Importancia de la Gnoseología y la Epistemología en el proceso de investigación. *Delectus*, 6(2), 77-85. <https://doi.org/10.36996/delectus.v6i2.213>
- Garritz, A. (2004). Investigación básica vs. investigación aplicada ¿una antinomia falsa? *Educación Química*, 15(2), 186-190. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66175>
- Giordano, P. (2023). El constructivismo operativo de Luhmann y su reflexión sobre el conocimiento científico. *Estudios sociológicos*, 402(120). <https://doi.org/10.24201/es.2022v40n120.2186>
- Hu, X. (2021). Hempel on scientific understanding. *Studies in History and Philosophy of Science*, 88, 164-171. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2021.05.009>
- Humpiri, J., y Humpri, F. d. (2021). Teorías científicas. Las propuestas de Popper y Kuhn sobre investigaciones científicas. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(17), 277-296. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i17.171>
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press. <https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Kuhn-SSR-2ndEd.pdf?utm>
- Lakatos, I. (1978). *Science and pseudoscience*. Philosophical papers. <http://www.podstawyekonomii.pl/metodologia/files/lakatos1977.pdf>

- Madrid, J. M. (2018). Desarrollo del pensamiento crítico desde el área de Ciencias Sociales en la educación básica secundaria. *Praxis Pedagógica*, 18(22), 49-64. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.18.22.2018.49-64>
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO. <http://users.df.uba.ar/solari/Docencia/Complejos/morin.pdf>
- Ochoa, R. (1989). Investigación pura e investigación aplicada. *Revista De Química*, 3(1), 73–81. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/4976>
- Palamidessi, M., Gorostiaga, J., y Suasnábar, C. (2014). El desarrollo de la investigación educativa y sus vinculaciones con el gobierno de la educación en América Latina. *Perfiles educativos*, 36(143), 49-66. <https://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v36n143/v36n143a4.pdf>
- Popper, K. (1963). *Science as falsification. Conjectures and refutations* (Vol. 1). Mayfield Publishing Company.
- Sanchez, E. Y., Sánchez, A. G., Molina, E. A., y Vanegas, J. B. (2025). Evolución Epistemológica del Concepto del Sol: de Símbolo Mítico a Paradigma Científico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 8465-8487. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19427
- Sánchez, J. (2012). *La creatividad en la investigación*. Ediciones Díaz de Santos. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gm_bOW9SQJoC&oi=fnd&pg=PA153&dq=La+creatividad+y+la+imaginaci%C3%B3n+en+la+investigaci%C3%B3n+b%C3%A1sica&ots=k3gc3o7WYN&sig=p-udDrcszWLkutoi2GVApEad1_4
- Santos, B. (2009). *Una epistemología del sur: la reinención del conocimiento*. Siglo XXI Editores, S.A. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NUkI0AId42sC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Santos+2009+conocimiento+universal&ots=mL1grSGn-2&sig=nJJJOHwvTuew2NDeM-oUUMiHu9k#v=onepage&q=Santos%202009%20conocimiento%20universal&f=false>

- Schuff, P., y Hubert, M. (2024). Agendas de investigación y financiación de la ciencia y la tecnología. *Revista Iberoamericana De Ciencia, Tecnología Y Sociedad - CTS*, 20(59), 155–177. <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-536>
- Tapia, R., y Recalde, A. (2024). Mejora de gestión documental: revisión sistemática. *Ingenium et Potentia. Revista Electrónica Multidisciplinaria de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura*, 6(11), 16-26. <https://doi.org/10.35381/i.p.v6i11.4076>
- Ugarte, E., y Parra, G. (2021). La importancia del financiamiento sobre la producción científica en México. *Investigación bibliotecológica*, 35(87), 187-202. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2021.87.58330>
- Vega, P. J., Anzora, X. E., y Valencia, M. F. (2024). Diseño especulativo: potenciando el pensamiento divergente en estudiantes de arquitectura. . *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*(246), 125-135.
- Wang, C., y Ho, H. (2024). Development of the imagination-creativity process scale in design. *Thinking Skills and Creativity*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101545>
- Zemelman, H. (2021). Pensar Teórico y Pensar Epistémico: los retos de las Ciencias Sociales latinoamericanas. *Espacio Abierto*, 30(3), 234-244. <https://www.redalyc.org/journal/122/12268654011/12268654011.pdf>
- Zona, J. R., y Giraldo, J. D. (2017). Resolución de problemas: escenario del pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(2), 122–150. <https://doi.org/10.17151/rlee.2017.13.2.8>

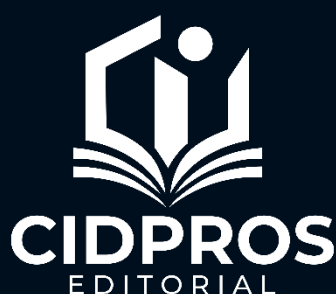
DESAFÍOS CONTEMPORÁNEOS

DE LA INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIA

La investigación interdisciplinaria se ha convertido en una necesidad para comprender los desafíos complejos que caracterizan al mundo contemporáneo. Problemas como el cambio climático, la pobreza, las crisis sanitarias y la transformación tecnológica requieren la integración de conocimientos provenientes de múltiples disciplinas.

Esta obra examina los fundamentos, la evolución y los principales desafíos de la interdisciplinariedad, destacando su papel en la construcción de soluciones innovadoras y en la generación de conocimiento más amplio, riguroso y socialmente relevante.

A través de un enfoque crítico y actual, el libro invita a reflexionar sobre el futuro de la investigación científica, la colaboración entre disciplinas y la importancia de construir puentes entre saberes para responder eficazmente a los retos del siglo XXI.



ISBN: 978-9907-848-00-7

