

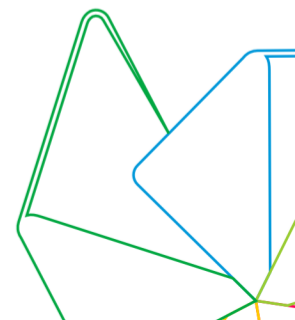


**INFORME DEL DIAGNÓSTICO DEL TERRITORIO Y LA
PRIORIZACIÓN DE PROGRAMAS ACADÉMICOS
CANDIDATOS EN EL MARCO DEL CERRAMIENTO DE
BRECHAS**

**Elaborado en el marco del proyecto:
“Fortalecimiento del sistema territorial de ciencia, tecnología e
innovación, soportado en la transformación digital e industrias
4.0 en el Departamento de Córdoba” BPIN 2021000100455**

**RESPONSABLE:
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA**

FEBRERO DE 2026



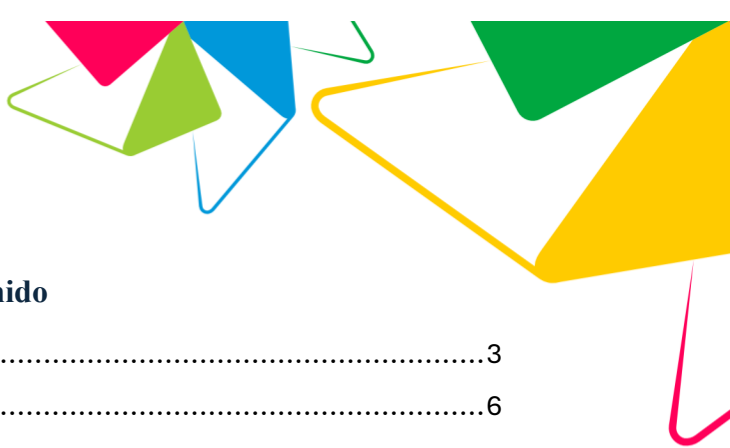


Tabla de Contenido

Introducción.....	3
1 Objetivos.....	6
1.1. General.....	6
1.2. Específicos.....	6
2 Alcance	7
3 Metodología.....	9
4 Antecedentes	15
5. Resultados.....	19
6. Discusión.....	30
Conclusiones	33
Referencias.....	35



Introducción

La transformación digital ha pasado a ser un criterio central para examinar la pertinencia de la oferta académica en entornos productivos, sociales e institucionales cada vez más organizados por datos, automatización, interoperabilidad y analítica. Su utilidad analítica, sin embargo, depende de una delimitación precisa. En este informe, la transformación digital no se entiende como adopción aislada de herramientas ni como digitalización parcial de procesos preexistentes, sino como reconfiguración de capacidades, estructuras curriculares, decisiones organizacionales y formas de articulación con el entorno. Esta definición es consistente con la literatura que describe la transformación digital en la educación superior como un proceso de maduración organizacional y curricular atravesado por estrategia, liderazgo, rediseño de procesos, capacidades humanas y tecnologías, más que por la simple incorporación de plataformas o dispositivos (Fernández et al., 2023; Gkrimpizi et al., 2023; OECD, 2023).

Esta delimitación resulta especialmente relevante cuando el análisis se orienta hacia las brechas de formación. En este documento, la brecha no se asume como ausencia simple de programas académicos ni como diferencia exclusivamente cuantitativa entre oferta y demanda. Operativamente, se entiende como la distancia relativa entre la capacidad formativa observable de la oferta disponible y los requerimientos técnicos, organizacionales y prospectivos que el territorio demanda o tenderá a demandar con mayor intensidad. Esta definición evita reducir el problema a un déficit nominal de titulaciones. Si la transformación digital involucra no solo tecnologías, sino también modos de organización, criterios de decisión y capacidades de adaptación, la brecha formativa debe leerse en términos de suficiencia, adaptabilidad y especialización de la oferta. Esta interpretación es coherente con la investigación reciente sobre competencia digital en educación superior, que muestra que las capacidades relevantes no se agotan en la alfabetización instrumental, sino que incluyen dimensiones cognitivas, críticas, pedagógicas y contextuales (Inamorato dos Santos et al., 2023; Zhao et al., 2021).

La necesidad de este desplazamiento analítico se refuerza por la naturaleza del cambio contemporáneo. Los marcos recientes coinciden en que una educación digital efectiva depende menos de la disponibilidad aislada de tecnología que de la calidad del ecosistema institucional que la sostiene. En este contexto, la noción de ecosistema no funciona como metáfora amplia, sino como categoría analítica que remite a la articulación entre gobernanza, infraestructura, confianza, datos, apoyo organizacional, formación docente y condiciones de implementación. La OECD ha insistido en que la transformación digital en educación debe comprenderse desde la efectividad del ecosistema y no solo desde el acceso a herramientas. De manera convergente, la UNESCO ha advertido, en el contexto de la inteligencia artificial generativa, que la adopción tecnológica sin capacidad humana, orientaciones éticas y marcos de uso puede producir

respuestas superficiales, fragmentarias o desiguales. Las revisiones recientes sobre educación superior llegan a una conclusión similar al mostrar que las trayectorias institucionales de transformación son heterogéneas porque las barreras no son únicamente técnicas, sino también organizacionales, culturales y curriculares (Miao & Holmes, 2023; OECD, 2023; Fernández et al., 2023; Gkrimpizi et al., 2023).

En este punto, el problema de las brechas de formación adquiere una densidad adicional. Si la transformación digital involucra capacidades institucionales distribuidas y no solo recursos tecnológicos, la respuesta formativa pertinente no puede formularse como expansión automática de oferta. La literatura reciente sobre aprendizaje permanente en educación superior ha mostrado que la digitalización tensiona los formatos tradicionales de formación y desplaza la atención hacia trayectorias más flexibles, continuas y adaptativas de desarrollo de capacidades (Håkansson Lindqvist et al., 2024). En consecuencia, el cerramiento de brechas no puede plantearse exclusivamente como creación de nuevos programas. Parte de las necesidades puede ser absorbida mediante fortalecimiento transversal o reconversión curricular, mientras otra parte exige niveles de especialización que desbordan la base instalada. La distinción entre estos planos no es secundaria; constituye una condición metodológica para evitar que el diagnóstico territorial conduzca a respuestas sobredimensionadas o, en el extremo contrario, insuficientes.

La centralidad de las capacidades humanas obliga también a matizar la relación entre transformación digital y pertinencia académica. La literatura reciente sobre competencia digital de académicos muestra que la capacidad institucional para responder a la digitalización no depende solo de la existencia de recursos, sino también de los niveles de apropiación, apoyo y desarrollo profesional del personal docente y académico. La evidencia disponible sugiere que los niveles de competencia digital en educación superior tienden a concentrarse en rangos intermedios y que el soporte institucional desempeña un papel relevante en su desarrollo (Inamorato dos Santos et al., 2023). Este hallazgo es pertinente para el presente informe porque indica que la brecha formativa no debe localizarse únicamente en los futuros egresados o en la estructura de programas, sino también en la capacidad del propio sistema de educación superior para actualizarse y sostener procesos de reconversión.

En el plano nacional, la discusión adquiere una formulación convergente. La Estrategia Nacional Digital de Colombia 2023–2026 se presenta como instrumento de política pública orientado a articular la visión del país respecto del acceso, uso y apropiación de datos y tecnologías digitales, y plantea un enfoque integral de transformación digital que involucra distintos sectores del Estado y busca orientar también estrategias digitales en los territorios (MinTIC, 2023). Por su parte, la hoja de ruta para la adopción ética y sostenible de la inteligencia artificial en Colombia sitúa de manera explícita la discusión sobre capacidades, formación, talento, investigación e integración curricular dentro de los focos críticos para la maduración del ecosistema nacional de IA (MinCiencias, 2024). Estos antecedentes no determinan por sí solos qué programas deben priorizarse en un territorio específico, pero sí fijan un marco de interpretación relevante: las brechas de formación asociadas a transformación digital e industrias 4.0 no pueden tratarse como

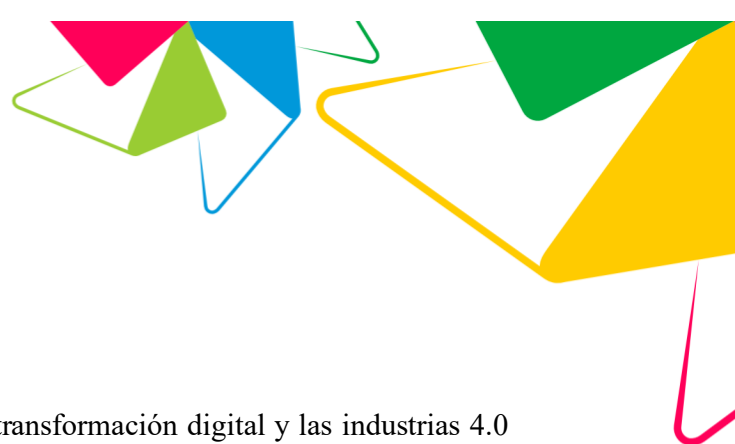


reacción coyuntural ante tecnologías emergentes, sino como problema de capacidad institucional, articulación sectorial y pertinencia territorial de mediano y largo plazo.

Desde esta perspectiva, el presente informe se sitúa en un punto metodológico deliberadamente acotado. Su propósito no es proyectar demanda laboral futura mediante modelos econométricos ni evaluar el desempeño de programas particulares. Su objetivo es diagnosticar el territorio en relación con las brechas de formación asociadas a la transformación digital y las industrias 4.0, y establecer, sobre esa base, qué programas académicos deberían entrar a una fase posterior de evaluación. La relevancia de este enfoque radica en que desplaza la decisión académica desde la intuición programática hacia una estructura explícita de priorización. La pregunta deja de ser cuántos programas nuevos podrían crearse y pasa a ser cuáles necesidades pueden resolverse mediante fortalecimiento transversal, cuáles requieren reconversión curricular y en qué campos la priorización de programas académicos candidatos a evaluar resulta analíticamente plausible.

El informe se apoya, por ello, en una lógica de integración entre diagnóstico territorial, lectura estructural de la oferta académica y análisis prospectivo de brechas. Esta articulación permite tratar el cerramiento de brechas no como agregación de tendencias externas ni como reacción automática a presiones del mercado, sino como decisión secuenciada que debe reconocer la capacidad real de adaptación del sistema formativo. En esa medida, el aporte del documento no reside en ofrecer una solución cerrada, sino en construir una base argumentada para distinguir entre fortalecimiento transversal, reconversión curricular y programas académicos candidatos, con criterios explícitos de pertinencia, intensidad de brecha y plausibilidad institucional.



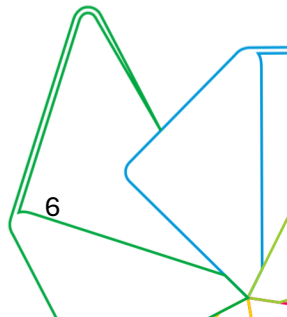


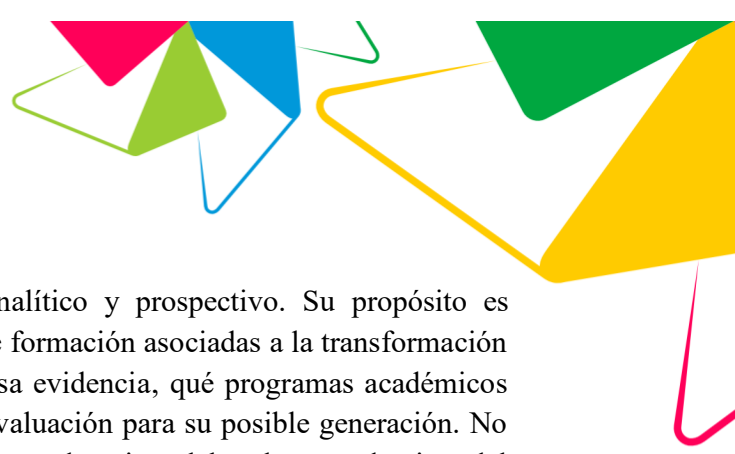
1.1. General.

Diagnosticar las brechas de formación asociadas a la transformación digital y las industrias 4.0 en el territorio, mediante el análisis integrado de la oferta académica, los requerimientos sectoriales y sociales, y los horizontes prospectivos de cambio tecnológico, con el fin de estructurar una base técnica para la priorización de programas académicos candidatos en el marco del cerramiento de brechas.

1.2. Específicos.

- Caracterizar la oferta académica analizada según su nivel de proximidad curricular a la transformación digital y las industrias 4.0.
- Identificar los requerimientos formativos explícitos y emergentes del sector productivo y social del territorio en relación con competencias, tecnologías y capacidades institucionales.
- Determinar la intensidad de las brechas de formación en los horizontes de corto, mediano y largo plazo a partir del cruce entre oferta, demanda y trayectoria de transformación.
- Distinguir los ámbitos en los que la respuesta académica puede resolverse mediante fortalecimiento transversal, reconversión curricular o generación de nueva oferta.
- Priorizar programas académicos candidatos cuya pertinencia resulte consistente con la estructura de brechas identificada y con las necesidades estratégicas del territorio.
- Sustentar una base analítica para la evaluación posterior de viabilidad académica, institucional y territorial de los programas propuestos.



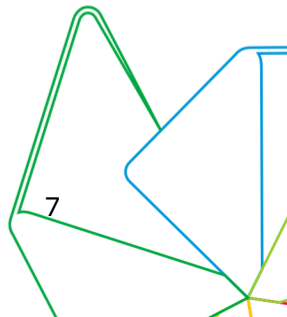


El presente informe tiene un alcance descriptivo-analítico y prospectivo. Su propósito es diagnosticar el territorio en relación con las brechas de formación asociadas a la transformación digital y las industrias 4.0, y priorizar, con base en esa evidencia, qué programas académicos candidatos ameritan avanzar a una fase posterior de evaluación para su posible generación. No busca medir de manera exhaustiva toda la dinámica educativa, laboral o productiva del departamento, ni sustituir estudios de factibilidad institucional, financiera o regulatoria. Su función es más precisa: construir una base argumentada para decidir qué parte de la respuesta puede resolverse mediante fortalecimiento transversal, cuál exige reconversión curricular y en qué campos existen condiciones suficientes para justificar la consideración de posible nueva oferta académica.

El alcance del informe se define, en primer lugar, por la manera en que se entiende la brecha de formación. No se la asume como simple ausencia de programas ni como diferencia aritmética entre oferta y demanda. Operativamente, la brecha se define como la distancia relativa entre la capacidad formativa observable de la oferta académica disponible y los requerimientos técnicos, organizacionales y prospectivos que el territorio demanda o tenderá a demandar con mayor intensidad. Esta definición tiene una implicación metodológica directa: el objeto del informe no es solo identificar faltantes, sino examinar la suficiencia, adaptabilidad y especialización de la oferta existente frente a trayectorias de transformación digital que no afectan de manera uniforme a todos los campos ni a todos los horizontes temporales.

En segundo lugar, el alcance está delimitado por la unidad analítica adoptada. El informe no examina sectores productivos de forma aislada ni programas académicos como entidades autosuficientes. La observación se sitúa en la relación entre cuatro componentes: la configuración estructural de la oferta académica, los requerimientos sectoriales y sociales del territorio, la intensidad de la brecha en distintos horizontes temporales y la densidad tecnológica de las respuestas formativas plausibles. Esta delimitación evita que el diagnóstico se reduzca a un inventario de necesidades o a una taxonomía de programas y le permite operar como una estructura de decisión territorialmente situada.

En tercer lugar, el alcance empírico del informe está circunscrito al corpus analítico construido en el marco del proyecto: la caracterización de la oferta académica, el análisis de necesidades del sector productivo y social, las entrevistas y notas de campo, la matriz consolidada de brechas y la evidencia técnico-científica de contraste utilizada para contextualizar campos emergentes y de alta especialización. En consecuencia, los hallazgos deben interpretarse dentro de esa escala. El informe no pretende generalizar automáticamente sus conclusiones a otros departamentos, sistemas educativos o contextos nacionales. Su validez es territorial y funcional: se orienta a Córdoba y al problema específico del cerramiento de brechas en transformación digital e industrias 4.0.



El componente prospectivo del estudio también tiene un alcance acotado. La incorporación de horizontes de corto, mediano y largo plazo no convierte el informe en un modelo predictivo ni en una proyección econométrica de demanda futura. Su función es distinguir entre necesidades absorbibles mediante ajuste gradual y necesidades que, si persisten las condiciones observadas, tenderían a consolidarse como brechas estructurales. El horizonte temporal debe leerse, por tanto, como criterio de priorización analítica y no como predicción cerrada. Esta precisión es necesaria para evitar sobrerreclamos interpretativos sobre los programas académicos candidatos identificados.

Desde el punto de vista aplicado, el alcance del informe consiste en priorizar programas académicos candidatos, no en decidir de manera definitiva su apertura. La selección realizada expresa una priorización fundada en la convergencia entre necesidad territorial, insuficiencia relativa de la oferta vigente y persistencia prospectiva de la brecha. Esa priorización no sustituye las etapas posteriores de evaluación. Cada programa candidato requerirá, en una fase siguiente, análisis específicos de pertinencia ampliada, factibilidad académica, disponibilidad de talento docente, infraestructura, sostenibilidad financiera, articulación interinstitucional y viabilidad regulatoria. El informe, en consecuencia, no clausura la decisión; la ordena y la justifica.

Este alcance incorpora, además, un límite analítico deliberado. El estudio no busca demostrar que toda brecha identificada deba traducirse en posible nueva oferta académica, ni que toda oferta tradicional se encuentre en condición de rezago. Su interés está en examinar en qué casos la oferta actual conserva margen de adaptación y en cuáles ese margen resulta insuficiente. Esta distinción evita dos simplificaciones frecuentes: asumir que la transformación digital se resuelve exclusivamente con apertura de nuevos programas, o suponer que toda necesidad emergente puede ser absorbida por la estructura existente mediante ajustes menores.

En síntesis, el alcance del informe reside en haber construido una base técnica para la transición entre diagnóstico y decisión académica. Su aporte no consiste en proponer una solución única, sino en delimitar con mayor precisión el espacio de decisión institucional: qué debe fortalecerse, qué debe reconvertirse y qué debe evaluarse como posible nueva oferta. En ese sentido, el documento funciona como un instrumento de priorización argumentada. No agota el problema, pero sí reduce su indeterminación y deja explícitos tanto el aporte como los límites dentro de los cuales sus resultados deben ser utilizados.



El presente informe se diseñó como un estudio aplicado, de alcance descriptivo-analítico y orientación prospectiva, cuyo propósito fue traducir el diagnóstico territorial previo en una base técnicamente estructurada para la priorización de programas académicos candidatos en el marco del cerramiento de brechas. La lógica metodológica no fue experimental ni inferencial. Se adoptó, en cambio, una estrategia de integración convergente de evidencia, adecuada para problemas de decisión que exigen combinar fuentes documentales, resultados cualitativos, bases estructuradas, criterios de clasificación curricular y referentes técnico-científicos externos dentro de una misma arquitectura analítica (Bazeley, 2024; Dalglish et al., 2020; Lorenzini et al., 2024). Esta opción es coherente con la naturaleza del objeto de estudio: no se buscó estimar efectos causales, sino identificar, contrastar y jerarquizar desajustes entre oferta, requerimientos territoriales y trayectorias plausibles de transformación digital.

En términos operativos, el estudio se apoyó en una definición precisa de brecha de formación. En este documento, la brecha se entiende como la distancia relativa entre la capacidad formativa observable de la oferta disponible y los requerimientos técnicos, organizacionales y prospectivos que el territorio demanda o demandará con mayor intensidad. Esta definición permitió evitar dos reduccionismos: equiparar la brecha con simple ausencia de programas o asumir que toda necesidad emergente exige creación inmediata de nueva oferta. La metodología se orientó, por ello, a distinguir entre tres tipos de respuesta potencial: fortalecimiento transversal, reconversión curricular y consideración de posible nueva oferta académica.

La secuencia general del procedimiento adoptado se resume en la Figura 1. Su lectura debe hacerse en clave analítica y no solo operativa, porque cada fase no se limita a organizar tareas, sino que establece un nivel específico de decisión, desde la estructuración del corpus hasta la identificación de programas académicos candidatos.



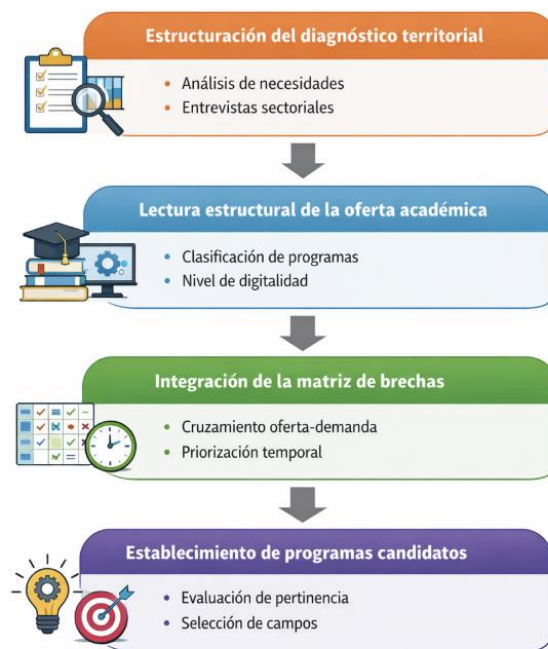


Figura 1. Secuencia metodológica para el diagnóstico del territorio y la priorización de programas académicos candidatos en el marco del cerramiento de brechas.

La unidad de análisis no fue el programa aislado ni el sector económico tratado como bloque autosuficiente. Se trabajó con una unidad analítica compuesta, definida por la relación entre: a) la oferta académica disponible y su nivel de digitalidad curricular; b) los requerimientos sectoriales y sociales del territorio; c) las tendencias tecnológicas y formativas con capacidad de alterar la pertinencia de la oferta; y d) las modalidades de respuesta académica plausibles según horizonte temporal. Esta decisión fue importante porque la priorización de programas no puede basarse únicamente en tendencias globales ni exclusivamente en la estructura de la oferta local. Requiere examinar la intersección entre ambas dimensiones y someterla a un criterio de pertinencia territorial.

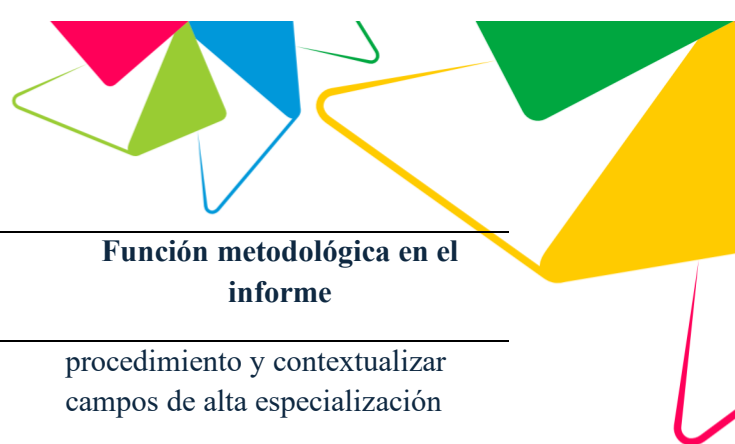
El corpus empírico se conformó a partir de cinco grupos de insumos producidos o consolidados en el marco del proyecto BPIN 2021000100455. En primer lugar, se utilizaron los documentos de análisis de necesidades y requerimientos del sector productivo y social del territorio, junto con anexos de entrevistas a empresarios y notas de campo, como fuente para identificar necesidades explícitas, restricciones operativas y demandas emergentes. En segundo lugar, se emplearon los documentos de identificación y caracterización de la oferta académica, en particular la línea base SNIES 2025, la matriz de programas profesionales tradicionales y la subclasificación por nivel de digitalidad curricular. En tercer lugar, se integraron el plan estratégico de inserción de transformación digital y tecnologías 4.0 en programas académicos tradicionales y la matriz consolidada de brechas, actualizada a 83 registros, como base de síntesis estructural y priorización inicial. En cuarto lugar, se incorporaron los documentos de tendencias de formación

técnica, tecnológica, profesional y posgradual, elaborados con apoyo de protocolo PRISMA, para contrastar la pertinencia externa de los campos formativos emergentes y refinar el nivel formativo de las trayectorias priorizadas, diferenciando entre respuestas de naturaleza tecnológica, de pregrado y de posgrado según la especificidad del campo y la capacidad de absorción de la oferta existente. En quinto lugar, se consultaron fuentes externas oficiales y técnico-científicas para fortalecer el marco metodológico y evitar cierres analíticos puramente endógenos, especialmente en lo relativo a integración de evidencia, educación digital y campos de alta especialización (Bazeley, 2024; Miao & Holmes, 2023; OECD, 2023).

La composición del corpus se resume en la Tabla 1. Esta tabla no agota el detalle de cada anexo, pero sí explicita la arquitectura mínima de evidencia sobre la cual se construyó el informe.

Tabla 1. Corpus de evidencia utilizado y función analítica en el informe

Grupo de fuentes	Contenido principal	Función metodológica en el informe
Diagnóstico territorial productivo y social	Análisis de necesidades del sector productivo y social; entrevistas a empresarios; notas de campo	Identificar requerimientos explícitos, demandas emergentes, limitaciones estructurales y necesidades transversales del territorio
Oferta académica territorial	Base SNIES 2025; identificación de programas tradicionales; subclasificación por nivel de digitalidad curricular	Delimitar el universo de oferta, clasificar su proximidad a transformación digital y reconocer posibilidades de reconversión
Matriz de brechas consolidada	Matriz actualizada de 83 registros; clasificación por horizonte temporal; priorización de programas estratégicos	Sintetizar la relación oferta-demanda-prospectiva y estructurar la base para decisiones sobre fortalecimiento, reconversión o posible nueva oferta
Evidencia de tendencias formativas	Informe de tendencias en formación técnica, tecnológica, profesional y posgradual asociadas a transformación digital e industria 4.0	Contrastar la pertinencia externa de los campos formativos emergentes y evitar decisiones ancladas solo en la escala local
Literatura metodológica y	Integración de datos, análisis documental, educación digital,	Respaldar criterios metodológicos, fortalecer la trazabilidad del



Grupo de fuentes	Contenido principal	Función metodológica en el informe
marcos técnico-científicos externos	IA, física médica, genómica y vigilancia	procedimiento y contextualizar campos de alta especialización

Nota. Elaboración propia. La tabla resume la arquitectura de insumos empleada para construir el presente informe a partir de los productos previos del proyecto y de fuentes externas de contraste.

La selección de fuentes siguió cuatro criterios explícitos: pertinencia temática, trazabilidad, función analítica y capacidad de contraste. Se incluyeron documentos y bases que aportaran información directa sobre alguno de estos planos: necesidades del territorio, estructura de la oferta, intensidad de la brecha o tendencias formativas relevantes para la toma de decisiones. Se excluyeron materiales promocionales, documentos sin autoría o procedencia verificable y contenidos que no permitieran reconstruir con claridad su propósito dentro del proceso analítico. En el caso de la literatura externa, se privilegió evidencia reciente, aunque se mantuvieron referencias metodológicas de valor instrumental directo cuando su uso resultaba necesario para justificar el enfoque de integración de datos (Bazeley, 2024; Dalglish et al., 2020; Lorenzini et al., 2024).

El procedimiento analítico se desarrolló en cuatro fases secuenciales. La primera correspondió a la estructuración del diagnóstico territorial. En esta etapa se realizó lectura analítica, extracción temática y síntesis comparada de los documentos de necesidades y entrevistas, con el fin de identificar sectores priorizados, necesidades transversales, déficits de competencias, problemas de infraestructura y requerimientos de articulación institucional. La segunda fase fue la lectura estructural de la oferta académica. Allí se examinó la base SNIES y la clasificación de programas para distinguir entre oferta con orientación 4.0 explícita, oferta tradicional-contemporánea o de interfaz y oferta tradicional-clásica, bajo la premisa de que no toda la oferta parte del mismo nivel de proximidad a la transformación digital.

La tercera fase fue de integración de la matriz de brechas. En este punto, la matriz consolidada operó como mecanismo de cruce entre oferta, demanda y horizonte temporal. Su función no fue solo descriptiva. Actuó como estructura de decisión previa, al permitir identificar dónde la respuesta podía resolverse mediante fortalecimiento transversal, dónde era razonable plantear reconversión curricular y en qué casos la persistencia de la brecha justificaba explorar posible nueva oferta formal. La cuarta fase consistió en la identificación de programas académicos candidatos, mediante revisión crítica de los campos con brecha persistente, contraste con tendencias externas y evaluación de su coherencia con las necesidades territoriales y con la arquitectura de la oferta existente.

Las variables de análisis utilizadas en esta última fase se sintetizan en la Tabla 2. No se trata de variables estadísticas en sentido inferencial, sino de dimensiones analíticas que operaron como criterios de decisión para traducir el diagnóstico en propuestas formativas.

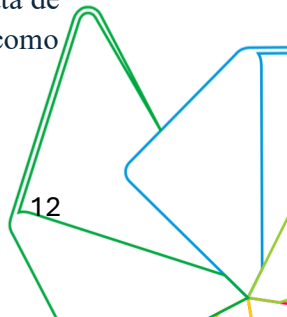




Tabla 2. Variables y criterios de decisión para la priorización de programas académicos candidatos

Dimensión analítica	Definición operativa	Criterio de uso en la toma de decisiones
Proximidad curricular de la oferta	Nivel de integración explícita de transformación digital y tecnologías 4.0 en la oferta existente	Determinar si la respuesta plausible es fortalecimiento, reconversión o posible nueva oferta
Requerimiento territorial	Necesidad explícita o emergente identificada en actores productivos, sociales o institucionales	Establecer pertinencia local de la respuesta formativa
Intensidad de brecha	Nivel relativo de desajuste entre oferta y demanda en corto, mediano y largo plazo	Priorizar campos cuya brecha persiste o se intensifica en el horizonte largo
Densidad tecnológica	Complejidad técnica del campo formativo involucrado	Diferenciar entre actualización incremental y necesidad de trayectorias especializadas
Transferibilidad formativa	Posibilidad de que la necesidad sea absorbida por rediseño de programas existentes	Evitar proponer posible nueva oferta cuando la reconversión resulta suficiente
Relevancia prospectiva	Coherencia del campo con trayectorias plausibles de transformación digital e industrias 4.0	Filtrar propuestas coyunturales sin proyección estructural
Coherencia territorial	Relación del programa candidato con sectores priorizados o necesidades transversales del territorio	Asegurar articulación entre propuesta académica y contexto regional
Nivel formativo	Nivel de formación más coherente con la naturaleza de la brecha, la estructura de la oferta y el tipo de respuesta territorial requerida	Diferenciar si la trayectoria debe plantearse como tecnología, pregrado o posgrado

Nota. Elaboración propia. Estas dimensiones guiaron la transición desde la matriz de brechas hacia la identificación de programas académicos candidatos.

No se utilizaron modelos econométricos ni pruebas de hipótesis. La naturaleza del estudio no lo requería. En su lugar, se aplicó una lógica de integración y contraste multifuente, consistente con enfoques contemporáneos de métodos mixtos y análisis documental. Esto implicó que una propuesta de programa académico solo se consideró metodológicamente plausible cuando se verificó la convergencia de, al menos, tres condiciones: i) existencia de una necesidad territorial clara o reiterada; ii) insuficiencia relativa de la oferta disponible para absorberla mediante ajuste menor; y iii) coherencia con tendencias formativas o tecnológicas externas suficientemente documentadas. Esta regla no convierte la decisión en inferencia probabilística, pero sí reduce el riesgo de arbitrariedad en la selección de programas candidatos (Bazeley, 2024; Dalglisch et al., 2020).

La calidad del dato se controló mediante tres procedimientos complementarios. El primero fue la consistencia terminológica, que implicó mantener definiciones estables para nociones como transformación digital, industrias 4.0, brecha de formación, reconversión curricular y posible nueva oferta. El segundo fue la depuración semántica, utilizada para unificar expresiones equivalentes entre documentos —por ejemplo, analítica de datos, ciencia de datos aplicada o inteligencia de negocios— cuando remitían al mismo núcleo competencial, sin borrar matices cuando estos modificaban la interpretación sectorial. El tercero fue la contrastación cruzada, orientada a verificar si una necesidad territorial encontraba correlato en la oferta académica, en la matriz de brechas y en las tendencias externas. Cuando esa convergencia no existía, la propuesta no se elevó al nivel de programa candidato.

Desde el punto de vista ético, el estudio se desarrolló sobre documentos institucionales, matrices consolidadas, bases previamente tratadas y fuentes públicas. No se realizó recolección primaria adicional de datos personales para este informe. La integración analítica se orientó a reconstruir capacidades, necesidades y trayectorias formativas, no a caracterizar individuos. En consecuencia, el criterio ético principal fue la fidelidad interpretativa del corpus y la minimización de cualquier riesgo derivado de atribuciones personales innecesarias.

Finalmente, conviene delimitar el alcance metodológico del documento. El procedimiento descrito permite construir una base argumentada para la priorización de programas académicos candidatos, pero no reemplaza los estudios de factibilidad, sostenibilidad financiera, condiciones de registro, capacidad docente, dotación tecnológica o articulación interinstitucional que cada propuesta requerirá en etapas posteriores. Su función es anterior y más específica: ordenar el diagnóstico territorial, traducirlo en criterios de decisión y establecer qué programas académicos candidatos deben entrar a la siguiente fase de evaluación formal. En ello reside su aporte metodológico principal.



La necesidad de diagnosticar el territorio y priorizar programas académicos para el cerramiento de brechas no surge de una lógica de expansión curricular indiscriminada, sino de una transformación más profunda en la relación entre educación superior, cambio tecnológico y estructura productiva. En la literatura reciente, la transformación digital en instituciones de educación superior ya no se describe como mera incorporación de herramientas, sino como proceso de reorganización de capacidades, procesos, decisiones curriculares y sistemas de apoyo bajo lógicas de datos, interoperabilidad y gobernanza tecnológica. Esta distinción desplaza el problema desde la simple disponibilidad de recursos digitales hacia la capacidad institucional de responder, de manera pertinente y sostenida, a entornos cada vez más intensivos en conocimiento, automatización y analítica (Fernández et al., 2023; OECD, 2023).

En este marco, el concepto de brecha de formación exige una delimitación más precisa que la habitual. Para los fines de este informe, no se entiende como simple ausencia de programas ni como diferencia cuantitativa entre oferta y matrícula, sino como distancia entre capacidades formativas observables y requerimientos técnicos, organizacionales y prospectivos del territorio. Esta lectura es consistente con la revisión de skill gaps en Industry 4.0, que subraya que la brecha no puede medirse solo por déficit de habilidades adquiridas frente a habilidades requeridas, sino también por los mecanismos mediante los cuales sistemas educativos y organizaciones responden a ese desajuste. Del mismo modo, la revisión sobre competencia digital en educación superior muestra que las capacidades relevantes no se agotan en alfabetización instrumental, sino que integran dimensiones cognitivas, adaptativas, críticas y contextuales (Rikala et al., 2024; Zhao et al., 2021).

Este desplazamiento conceptual tiene consecuencias metodológicas directas. Si la brecha es relacional y dinámica, un diagnóstico territorial no puede limitarse a enumerar necesidades del mercado ni a clasificar programas por denominación. Requiere una arquitectura analítica que articule oferta, demanda, madurez curricular y horizonte temporal. Desde esta perspectiva, el cerramiento de brechas no equivale automáticamente a abrir nueva oferta; puede implicar fortalecimiento transversal, reconversión curricular o apertura selectiva de programas cuando la brecha persiste con suficiente intensidad y especificidad. La Figura 2 resume esta relación conceptual entre transformación digital, brechas de formación y niveles de respuesta académica. Esta forma de estructurar el problema se alinea con enfoques que entienden la madurez digital institucional como resultado de procesos integrados y no como suma de iniciativas tecnológicas aisladas (Fernández et al., 2023; OECD, 2023).





Figura 2. Relación conceptual entre transformación digital, brechas de formación y respuesta académica en el diagnóstico territorial.

La evidencia internacional reciente refuerza la pertinencia de este enfoque. El OECD Digital Education Outlook 2023 plantea que la educación digital debe comprenderse como un ecosistema, es decir, como combinación de infraestructura, gobernanza, capacidad humana, datos, regulación y usos pedagógicos. En el mismo sentido, la guía de UNESCO sobre inteligencia artificial generativa en educación e investigación advierte que la adopción tecnológica sin desarrollo de capacidades humanas, marcos éticos y orientaciones institucionales puede ampliar desigualdades y producir respuestas organizacionales superficiales. Estos antecedentes son relevantes porque muestran que la transformación digital no se resuelve con incorporación abstracta de tecnología, sino con decisiones formativas que reconozcan la densidad institucional del cambio (Miao & Holmes, 2023; OECD, 2023).

La literatura sobre habilidades futuras añade otra capa al problema. El Future of Jobs Report 2025 ubica entre las habilidades de crecimiento más acelerado hacia 2030 a la inteligencia artificial, el análisis de datos, las redes, la ciberseguridad y la alfabetización tecnológica, junto con competencias transversales como aprendizaje continuo, resiliencia y flexibilidad. Esta evidencia no autoriza una traslación mecánica de tendencias globales a cualquier territorio; sí justifica, en cambio, que los diagnósticos territoriales incorporen un componente prospectivo y distingan entre respuestas de corto, mediano y largo plazo. Esa distinción es especialmente importante cuando el objetivo no es solo describir la oferta existente, sino identificar

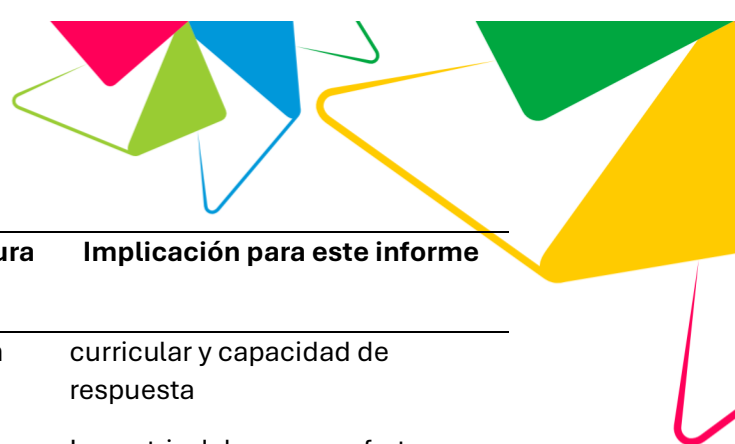
A nivel nacional, los antecedentes de política pública avanzan en la misma dirección. La Estrategia Nacional Digital 2023–2026 de Colombia articula conectividad, datos, seguridad, transformación social y economía digital como componentes integrados de la transición digital. La hoja de ruta para la adopción ética y sostenible de la inteligencia artificial, elaborada por MinCiencias, enfatiza además que la disponibilidad de capacidades humanas y formativas es condición para que la adopción de IA no se limite a consumo tecnológico, sino que se traduzca en apropiación productiva, institucional y socialmente responsable. Estos marcos no determinan por sí solos qué programas deben priorizarse en un territorio específico, pero sí ofrecen un antecedente normativo claro: el problema de las brechas de formación debe examinarse con criterios de pertinencia, gradualidad y sostenibilidad, no como respuesta coyuntural a modas tecnológicas (MinCiencias, 2024; MinTIC, 2023).

Los antecedentes sectoriales de alta especialización introducen una exigencia adicional para la priorización de programas académicos candidatos. En el campo de imagen diagnóstica y física médica, la IAEA ha documentado que la integración de inteligencia artificial requiere formación específica en aseguramiento de calidad, validación, responsabilidades clínicas y uso seguro de sistemas intensivos en datos. En microbiología, genómica y vigilancia de resistencia antimicrobiana, la WHO ha señalado que la secuenciación de genoma completo exige capacidades de laboratorio, bioinformática, trazabilidad y articulación con sistemas de vigilancia. Estos antecedentes son relevantes porque muestran que algunas brechas ya no pueden resolverse únicamente mediante actualización transversal o reconversión parcial de programas existentes; ciertos campos demandan trayectorias formativas más especializadas cuando la intensidad de la brecha y la especificidad tecnológica convergen de manera consistente (IAEA, 2023; WHO, 2020).

Sobre esta base puede distinguirse un patrón de antecedentes que organiza el problema del presente informe. Primero, la transformación digital exige una lectura institucional y curricular, no solo tecnológica. Segundo, la brecha de formación debe analizarse como relación entre oferta, demanda y horizonte de cambio. Tercero, las respuestas académicas plausibles no son homogéneas: algunas requieren fortalecimiento transversal; otras, reconversión curricular; y otras, eventual consideración de posible nueva oferta. La Tabla 3 sintetiza estos antecedentes y explicita su aporte al marco analítico del documento.

Tabla 3. Síntesis de antecedentes y su aporte al diagnóstico del territorio y la priorización de programas académicos candidatos

Línea de antecedentes	Hallazgo central en la literatura o política	Implicación para este informe
Transformación digital en	La transformación digital involucra procesos, capacidades, datos, gobernanza y rediseño	El diagnóstico no puede limitarse a contar programas “digitales”; debe examinar madurez

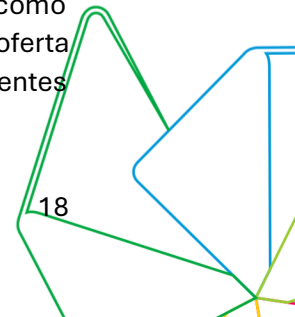


Línea de antecedentes	Hallazgo central en la literatura o política	Implicación para este informe
educación superior	institucional, no solo adopción tecnológica	curricular y capacidad de respuesta
Competencia digital y skill gaps	Las brechas de formación son relacionales y multidimensionales; combinan habilidades técnicas, adaptativas y contextuales	La matriz debe cruzar oferta, demanda y horizonte temporal, no solo disponibilidad de programas
Ecosistema de educación digital	La pertinencia de la respuesta depende de infraestructura, capacidad humana, regulación y articulación institucional	El cerramiento de brechas requiere distinguir entre fortalecimiento transversal, reconversión y posible nueva oferta
Tendencias globales de habilidades	IA, datos, ciberseguridad y alfabetización tecnológica crecen, junto con aprendizaje continuo y flexibilidad	El establecimiento de programas candidatos debe incorporar componente prospectivo y no basarse únicamente en la fotografía actual
Marcos nacionales de política digital e IA	La formación de capacidades es condición para apropiación tecnológica sostenible y ética	La propuesta académica debe articularse con prioridades nacionales, sin perder pertinencia territorial
Campos de alta especialización	Algunos dominios intensivos en datos y validación exigen trayectorias formativas específicas	La consideración de nueva oferta es metodológicamente plausible cuando la reconversión resulta insuficiente

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura reciente y de los marcos de política y especialización utilizados en este estudio.

En términos conceptuales, la brecha de formación se entiende en este informe como resultado de la interacción entre la oferta académica observable, los requerimientos territoriales, el horizonte temporal de transformación y la densidad tecnológica del campo formativo. Esta relación no se plantea en sentido predictivo ni estadístico, sino como marco analítico para mantener coherencia entre antecedentes, metodología y resultados.

La utilidad de este encuadre radica en que evita dos errores frecuentes en estudios de diagnóstico territorial. El primero consiste en tratar cualquier tendencia internacional como evidencia suficiente para proponer nuevos programas. El segundo, en asumir que la oferta vigente puede absorber todas las necesidades mediante ajustes menores. Los antecedentes



revisados no respaldan ninguno de estos extremos. Más bien, sugieren que la respuesta académica debe graduarse según la naturaleza de la brecha, el nivel de especialización requerido y la capacidad de reconversión de la oferta existente. En ese punto se ubica la justificación del presente informe: pasar de antecedentes dispersos sobre transformación digital, habilidades emergentes y especialización sectorial a un criterio territorialmente situado para decidir qué debe fortalecerse, qué debe reconvertirse y qué programas académicos ameritan ser considerados para evaluación futura (Fernández et al., 2023; Rikala et al., 2024; World Economic Forum, 2025).

5. Resultados

Los resultados de este informe provienen del cruce entre el diagnóstico territorial, la lectura estructural de la oferta académica y la matriz consolidada de brechas, actualizada a 83 registros. Esta base reúne 75 registros correspondientes a la oferta tradicional analizada y 8 registros estratégicos priorizados, incorporados cuando la convergencia entre necesidad territorial, insuficiencia relativa de la oferta vigente e intensificación prospectiva de la brecha indicó que la respuesta no podía resolverse de forma suficiente mediante ajuste incremental. En consecuencia, esta sección no solo describe desajustes; también organiza una base de decisión para distinguir qué respuestas deben orientarse a fortalecimiento transversal, cuáles a reconversión curricular y en qué casos resulta metodológicamente pertinente considerar posible nueva oferta académica.

Las proporciones reportadas se calcularon sobre el total de registros de la matriz. Para mantener coherencia con el procedimiento analítico, el porcentaje de cada categoría (p_i) se obtuvo como la razón entre la frecuencia observada (n_i) y el total de registros $N = 83$, multiplicada por 100. Esta operación se resume en la Ecuación 2.

Ecuación 2. Cálculo de la proporción relativa por categoría

$$p_i = \frac{n_i}{N} \times 100 \quad (2)$$

donde:

p_i = porcentaje de la categoría i ;

n_i = frecuencia absoluta de la categoría i ;

N = total de registros de la matriz consolidada ($N = 83$).

Base estructural del diagnóstico y composición de la matriz

La primera lectura relevante es estructural. La matriz consolidada integra 75 registros derivados de la oferta tradicional analizada y 8 registros estratégicos priorizados, incorporados cuando la

convergencia entre necesidad territorial, insuficiencia relativa de la oferta vigente e intensificación prospectiva de la brecha indicó que la respuesta no podía resolverse de forma suficiente mediante ajuste incremental. Esta distinción permite separar la base de oferta observada de las trayectorias formativas que, por su especificidad, fueron elevadas a nivel de priorización estratégica.

La Tabla 3 sintetiza la composición general de la base analítica utilizada para el establecimiento de programas académicos.

Tabla 3. Estructura general de la base analítica del diagnóstico territorial

Indicador	Valor
Registros de oferta tradicional analizada	75
Registros estratégicos priorizados integrados	8
Total de registros en la matriz consolidada	83

Nota. Elaboración propia a partir de la matriz consolidada de brechas y de la clasificación estructural de la oferta territorial.

La distribución estructural de la oferta debe interpretarse junto con la Figura 3, porque allí se resume la lógica de decisión adoptada para el cerramiento de brechas: no toda brecha detectada conduce a nueva oferta; primero debe examinarse si la oferta vigente puede absorberla mediante fortalecimiento transversal o reconversión curricular, y solo cuando esa absorción resulta insuficiente se justifica el paso a la evaluación de posible nueva oferta académica.



Figura 3. Estructura de decisión para el cerramiento de brechas: fortalecimiento, reconversión y priorización de programas académicos candidatos.

A la luz de esa estructura de decisión, la configuración del sistema muestra dos hechos concurrentes. Primero, la base analizada sugiere la existencia de un segmento de oferta con margen apreciable de reconversión curricular. Segundo, también evidencia que persisten campos donde la absorción de nuevas demandas mediante ajustes menores resulta insuficiente. En términos diagnósticos, el problema no se reduce a un déficit nominal de programas digitales; consiste en la distribución desigual de la capacidad de respuesta curricular frente a requerimientos de transformación digital.

Distribución del diagnóstico por campos amplios de formación

Cuando la matriz se organiza por campo amplio de formación, la mayor concentración de registros se ubica en Administración de Empresas y Derecho, con 24 registros (28,92 %), seguida por Ingeniería, Industria y Construcción, con 17 (20,48 %). Luego aparecen Educación, Salud y Bienestar y Ciencias Sociales, Periodismo e Información, con 9 registros cada una (10,84 %). En un plano intermedio se sitúan Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística, con 8 (9,64 %), y

Agropecuário, Silvicultura, Pesca y Veterinaria, con 5 (6,02 %). Finalmente, Arte y Humanidades y Servicios aportan 1 registro cada una (1,20 %).

Tabla 4. Distribución de registros por campo amplio de formación

Campo amplio de formación	n	%
Administración de Empresas y Derecho	24	28,92
Ingeniería, Industria y Construcción	17	20,48
Educación	9	10,84
Salud y Bienestar	9	10,84
Ciencias Sociales, Periodismo e Información	9	10,84
Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística	8	9,64
Agropecuário, Silvicultura, Pesca y Veterinaria	5	6,02
Arte y Humanidades	1	1,20
Servicios	1	1,20
Total	83	100,00

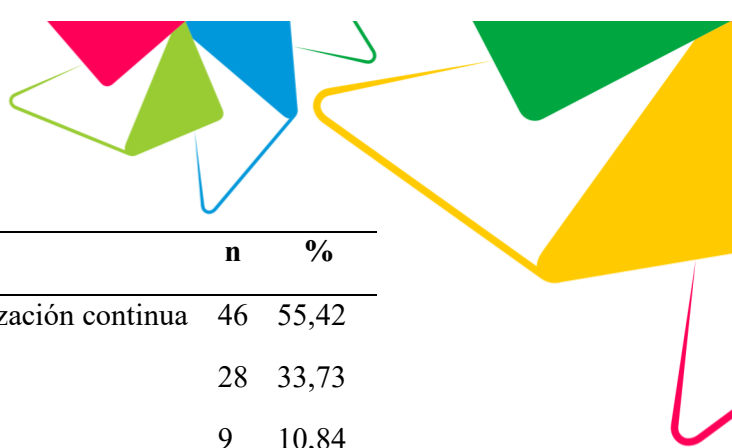
Nota. Los porcentajes se calcularon con base en la Ecuación 2, tomando como total $N = 83$.

Esta distribución no debe interpretarse como una jerarquía cerrada de importancia sectorial. Más bien, expresa dónde la matriz encontró mayor densidad de cruce entre oferta académica, requerimientos territoriales y necesidad de respuesta formativa. En esa lógica, los campos con mayor número de registros no son necesariamente los más críticos en sentido absoluto, pero sí aquellos donde el problema del cerramiento de brechas adquiere mayor complejidad estructural. En esta lectura, salud y bienestar adquieren una relevancia particular, no solo por su presencia dentro de la distribución general, sino por la convergencia entre transformación digital de servicios, interoperabilidad, analítica y su vínculo directo con bienestar y calidad de vida en el territorio.

Naturaleza competencial de la brecha y tipo de respuesta requerida

El comportamiento competencial de la matriz introduce un matiz importante para el establecimiento de programas. El bloque más frecuente fue competencias de autoaprendizaje y actualización continua, con 46 registros (55,42 %). En segundo lugar quedaron las competencias digitales técnicas, con 28 registros (33,73 %), y en tercero las competencias socio-colaborativas y éticas, con 9 (10,84 %).

Tabla 5. Distribución de registros por bloque competencial



Bloque competencial	n	%
Competencias de autoaprendizaje y actualización continua	46	55,42
Competencias digitales técnicas	28	33,73
Competencias socio-colaborativas y éticas	9	10,84
Total	83	100,00

Nota. Elaboración propia. Los porcentajes se calcularon con base en la Ecuación 2.

Este patrón tiene implicaciones directas. La presión de cerramiento de brechas no se concentra exclusivamente en nichos de alta sofisticación tecnológica. Una parte sustantiva del diagnóstico se localiza en la necesidad de que los programas fortalezcan su capacidad de actualización, adaptación y respuesta continua. Desde el punto de vista del establecimiento de programas académicos, esto significa que no toda brecha detectada debe traducirse en creación de nueva oferta; una fracción importante del problema exige, en primer término, fortalecimiento transversal y reconversión de programas vigentes.

Intensidad de la brecha por horizonte temporal

La estructura temporal del diagnóstico se calculó a partir de las columnas numéricas *Brecha_corto*, *Brecha_mediano* y *Brecha_largo*, codificadas sobre una escala ordinal discreta: -2= oferta superior a la demanda en grado alto; -1= oferta superior a la demanda en grado leve; 1= brecha media; 2= brecha media-alta; 3= brecha alta. Con base en esta codificación se obtuvieron media, mediana, mínimo y máximo para cada horizonte temporal.

En corto plazo, la distribución fue: 24 registros con valor -2, 29 con valor 1 y 30 con valor 2. En mediano plazo, la estructura se mantuvo idéntica. En largo plazo, la distribución cambió a 24 registros con valor -1, 44 con valor 2 y 15 con valor 3. Como resultado, la media pasó de 0,49 en corto y mediano plazo a 1,31 en largo plazo, mientras la mediana pasó de 1 a 2.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de la escala de brecha por horizonte temporal

Indicador	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Media	0,49	0,49	1,31
Mediana	1,00	1,00	2,00
Valor mínimo	-2	-2	-1
Valor máximo	2	2	3

Nota. La escala de brecha corresponde a la codificación ordinal utilizada en la matriz consolidada. Los valores negativos indican escenarios en los que la oferta disponible supera la demanda estimada; los valores positivos expresan intensidades crecientes de brecha.

La lectura cualitativa confirma este comportamiento. En corto y mediano plazo, la distribución fue idéntica: 24 registros en “Oferta > demanda (alta)”, 29 en “Media” y 30 en “Media-alta”. En largo plazo, la configuración cambió a 24 registros en “Oferta > demanda (leve)”, 44 en “Media-alta” y 15 en “Alta”.

Tabla 7. Distribución cualitativa de la brecha por horizonte temporal

Categoría cualitativa	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Oferta > demanda (alta)	24	24	0
Oferta > demanda (leve)	0	0	24
Media	29	29	0
Media-alta	30	30	44
Alta	0	0	15
Total	83	83	83

Nota. Elaboración propia con base en los campos Lectura_corto, Lectura_mediano y Lectura_largo de la matriz consolidada.

La coincidencia entre corto y mediano plazo no debe leerse como redundancia metodológica. Más bien, indica que, dentro del corpus analizado, una proporción importante de las respuestas formativas plausibles permanece todavía en el rango de actualización y reconversión antes de desplazarse, en el largo plazo, hacia exigencias de mayor especialización y maduración institucional.

La tendencia descrita puede observarse en la Figura 4, que organiza la priorización según intensidad de brecha y horizonte temporal.

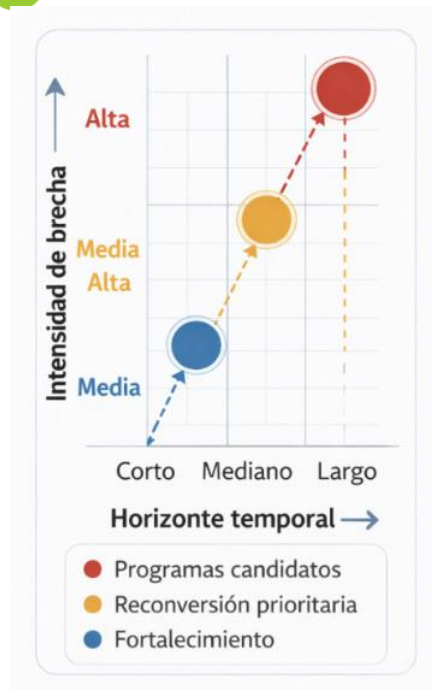


Figura 4. Priorización de programas académicos candidatos según intensidad de brecha y horizonte temporal.

La Figura 4 resume el hallazgo central del componente prospectivo: la presión de brecha se desplaza hacia categorías más exigentes a medida que el horizonte temporal se amplía. Este corrimiento no implica que toda la oferta pierda pertinencia futura, pero sí indica que la suficiencia relativa del sistema disminuye cuando el análisis incorpora trayectorias de transformación más densas en términos tecnológicos e institucionales. Desde el punto de vista del establecimiento de programas, este resultado justifica que la decisión no se base exclusivamente en necesidades inmediatas, sino en la persistencia e intensificación de la brecha en el horizonte largo.

Programas académicos candidatos priorizados

Sobre la base de ese comportamiento se priorizaron 14 programas académicos candidatos. Su selección no obedeció a una afinidad temática simple con tecnologías emergentes, sino a una regla de convergencia entre necesidad territorial, insuficiencia relativa de la oferta vigente y permanencia de la brecha en niveles medios-altos o altos a lo largo de los horizontes considerados. La cartera resultante combina trayectorias tecnológicas, de pregrado y de posgrado, de acuerdo con el nivel de especificidad requerido en cada campo y con el margen de absorción observado en la oferta existente.

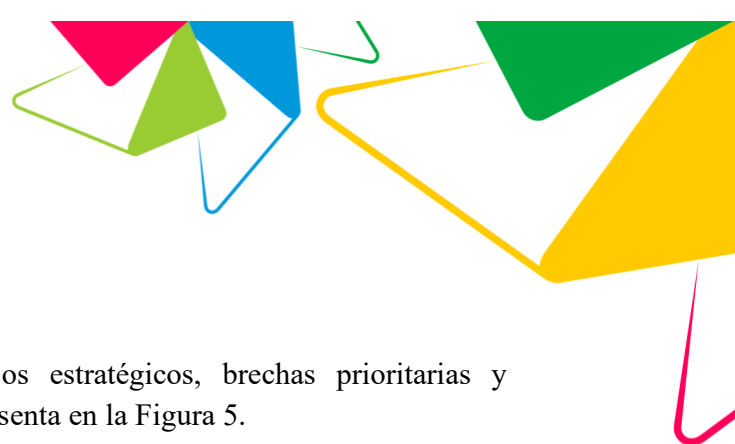
Tabla 8. Programas académicos candidatos priorizados en el marco del cerramiento de brechas

Programa académico candidato	Nivel educativo	Núcleo tecnológico principal	Brecha corto	Brecha mediano	Brecha largo	Lectura largo plazo
Tecnología / postgrado en Biotecnología	Posgrado	Biotecnología; bioinformática; analítica biológica; innovación aplicada	2	2	3	Alta
Tecnología en Desarrollo y Administración de Aplicaciones Informáticas	Tecnología	Desarrollo de software; aplicaciones informáticas; gestión de sistemas; transformación digital	2	2	3	Alta
Tecnología / Pregrado en Bioinformática y Biotecnología Aplicada	Tecnología / Pregrado	Bioinformática; analítica biológica; genómica aplicada; biotecnología	2	2	3	Alta
Tecnología / Postgrado en Ciberseguridad, Redes y Gobierno Digital	Tecnología / Pregrado	Ciberseguridad; redes; gobierno digital; seguridad de la información	2	2	3	Alta
Tecnología / Pregrado/postgrado en Salud Digital, Interoperabilidad y Analítica Clínica	Tecnología / Pregrado	Interoperabilidad clínica; analítica de datos en salud; sistemas de información; transformación digital de servicios	2	2	3	Alta
Tecnología / Pregrado en Energías Renovables, Redes Inteligentes y Automatización	Tecnología / Pregrado	Redes inteligentes; automatización; monitoreo; energía digital	2	2	3	Alta
Tecnología / Pregrado en Agricultura de Precisión, IoT Agroindustrial y Trazabilidad Digital	Tecnología / Pregrado	IoT agroindustrial; sensores; trazabilidad; analítica aplicada	2	2	3	Alta
Tecnología / Pregrado en Ciencia de Datos, Inteligencia Artificial y Analítica Aplicada	Tecnología / Pregrado	Ciencia de datos; inteligencia artificial; analítica aplicada; visualización	2	2	3	Alta

Programa académico candidato	Nivel educativo	Núcleo tecnológico principal	Brecha corto	Brecha mediano	Brecha largo	Lectura largo plazo
Tecnología / Pregrado en Turismo Inteligente, Bioeconomía y Gestión Digital del Patrimonio Natural y Cultural	Tecnología / Pregrado	Análítica de datos turísticos; plataformas digitales de turismo inteligente; bioeconomía; monitoreo ambiental; gestión del patrimonio natural y cultural; innovación en servicios turísticos	2	2	3	Alta
Tecnología / Pregrado en Gestión de Turismo Inteligente, Bioeconomía y Experiencias Territoriales	Tecnología / Pregrado	Gestión de destinos turísticos; analítica de datos turísticos; plataformas digitales de turismo; marketing digital territorial; bioeconomía; gestión del patrimonio natural y cultural	2	2	3	Alta
Especialización en Gestión Estratégica del Turismo Sostenible y Destinos Inteligentes	Posgrado	Gestión estratégica; analítica turística; marketing digital de destinos; sostenibilidad; planificación territorial del turismo	2	2	3	Alta
Especialización / Tecnología en Automatización, Analítica y Mantenimiento Inteligente para Sistemas Minero-Energéticos	Posgrado / Tecnología	Automatización industrial; mantenimiento predictivo; analítica de datos industriales; sensores IoT; monitoreo de infraestructura energética; eficiencia energética	2	2	3	Alta
Especialización en Transición Energética, Sistemas Inteligentes y Gestión Digital de Infraestructura Energética	Posgrado	Energías renovables; redes inteligentes; almacenamiento energético; analítica energética; monitoreo digital de infraestructura	2	2	3	Alta
Tecnología / Técnico Profesional en Gestión Logística y Operaciones Portuarias Inteligentes	Técnico / Tecnología	Logística portuaria; gestión de cadenas de suministro; sistemas digitales de transporte y trazabilidad; analítica logística; comercio marítimo; plataformas digitales de gestión portuaria	2	2	3	Alta

Nota. Estos programas fueron priorizados como candidatos cuando la evidencia acumulada indicó que la brecha correspondiente no resultaba absorbible de forma suficiente mediante fortalecimiento transversal o reconversión parcial de la oferta existente.



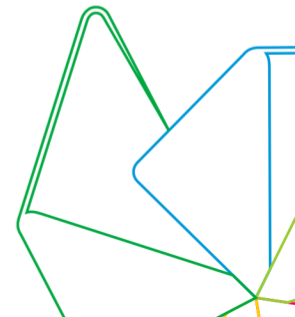


La articulación entre diagnóstico territorial, campos estratégicos, brechas prioritarias y programas académicos candidatos priorizados se representa en la Figura 5.



Figura 5. Articulación entre diagnóstico territorial, campos estratégicos, brechas prioritarias y programas académicos candidatos priorizados.

La Figura 5 pone de manifiesto que la propuesta de programas no funciona como un listado aislado, sino como resultado de una cadena de decisión. El diagnóstico territorial identifica campos estratégicos; la matriz ordena las brechas prioritarias; y la articulación entre ambos niveles permite establecer programas académicos candidatos. La utilidad del esquema no reside solo en justificar la selección realizada, sino en mostrar que la decisión académica se construyó sobre una ruta de cerramiento de brechas y no sobre una agregación temática sin criterio territorial.



Tomados en conjunto, los resultados permiten distinguir tres niveles de respuesta. El primero corresponde al fortalecimiento transversal, asociado principalmente con competencias de actualización continua y herramientas digitales generales, donde la respuesta puede incorporarse a programas vigentes. El segundo corresponde a la reconversión curricular selectiva, necesaria en campos donde la presión técnica aumenta, pero aún puede ser absorbida mediante rediseño de trayectorias existentes. El tercero corresponde a la consideración de posible nueva oferta, concentrada en los ocho programas candidatos establecidos en esta fase del informe.

El resultado principal, en consecuencia, no es una lista cerrada de nuevas titulaciones. Es una estructura de decisión. La base territorial analizada muestra capacidad de adaptación, pero también límites claramente identificables; la presión de transformación se intensifica con el horizonte temporal; y algunos campos críticos ya exceden el rango de una actualización incremental. Precisamente en esa relación entre diagnóstico territorial, gradiente de brecha y priorización de programas académicos candidatos se ubica el aporte principal de esta sección.

6. Discusión

Los resultados permiten interpretar que el problema territorial analizado no se expresa como una escasez simple de programas académicos, sino como una desalineación entre la estructura de la oferta, la intensidad de las brechas formativas y la velocidad con la que cambian los requerimientos asociados a la transformación digital. Esta precisión desplaza el plano de decisión. La cuestión ya no consiste solo en contar programas existentes o potenciales, sino en determinar qué porción de la demanda puede ser absorbida por la oferta vigente, cuál exige reconversión curricular y en qué casos la consideración de posible nueva oferta resulta analíticamente plausible. En esa dirección, la lógica sintetizada en la Figura 3 sugiere que la respuesta académica pertinente debe organizarse como una secuencia escalonada de fortalecimiento transversal, reconversión curricular y, solo cuando ello no resulte suficiente, priorización de programas académicos candidatos. Esta lectura es congruente con la evidencia que describe la transformación digital en educación superior como un proceso institucional de maduración desigual, condicionado por estrategia, liderazgo, capacidades, organización y barreras de implementación, y no solo por disponibilidad tecnológica (Fernández et al., 2023; Gkrimpizi et al., 2023; OECD, 2023).

Desde esa perspectiva, la franja amplia de programas tradicional-contemporáneo o de interfaz identificada en el diagnóstico territorial adquiere un significado metodológicamente importante. No constituye evidencia de suficiencia, pero tampoco autoriza una lectura de rezago absoluto. Más bien, señala un segmento donde la reconversión curricular parece más plausible que la sustitución inmediata por nueva oferta. Esta interpretación es consistente con los estudios que subrayan que la transformación institucional en educación superior depende de trayectorias graduales, de la capacidad de reorganizar procesos y de la posibilidad de integrar nuevas demandas sin desarticular completamente la base formativa previa (Fernández et al., 2023).

Håkansson Lindqvist et al., 2024). En ese sentido, la matriz no solo clasifica brechas; también permite distinguir zonas de adaptabilidad diferencial dentro de la oferta vigente.

El predominio de competencias de autoaprendizaje y actualización continua dentro del diagnóstico introduce una consecuencia analítica de fondo. Podría suponerse que la mayor presión debería concentrarse en campos altamente especializados, como inteligencia artificial, bioinformática o interoperabilidad clínica. Sin embargo, la distribución observada sugiere algo más estructural: la transformación digital exige, en primer término, capacidad sostenida de actualización. Esta lectura converge con la evidencia sobre competencia digital en educación superior, tanto desde la perspectiva del profesorado como desde la del estudiantado, donde las capacidades relevantes no se reducen al dominio instrumental de herramientas, sino que incluyen adaptación, integración pedagógica, juicio crítico y uso situado de recursos digitales (Inamorato dos Santos et al., 2023; Zhao et al., 2021). También es coherente con la literatura sobre aprendizaje a lo largo de la vida en entornos digitalizados, que asocia la transformación universitaria con trayectorias más flexibles y continuas de formación (Håkansson Lindqvist et al., 2024). La implicación es clara: un diagnóstico territorial que solo priorice programas altamente especializados corre el riesgo de subestimar la capa transversal que hace viable cualquier transformación posterior.

La evolución temporal de la brecha refuerza esa misma interpretación. En corto y mediano plazo, la matriz conserva una franja de registros donde la oferta supera o acompaña razonablemente la demanda. En largo plazo, en cambio, la distribución se desplaza hacia categorías de mayor intensidad. La Figura 4 resume este corrimiento y permite interpretar que la suficiencia relativa del sistema disminuye cuando el horizonte incorpora transformaciones con mayor densidad tecnológica e institucional. Esta tendencia es coherente con la literatura reciente sobre skill gaps, que entiende la brecha menos como una carencia puntual que como un desfase dinámico entre la velocidad del cambio y la capacidad adaptativa de los sistemas formativos (Rikala et al., 2024). Del mismo modo, los marcos internacionales sobre empleo y habilidades sitúan la IA, los datos, las redes, la ciberseguridad y la alfabetización tecnológica entre las capacidades de mayor crecimiento, junto con aprendizaje continuo, flexibilidad y resiliencia (World Economic Forum, 2025). Bajo esta lógica, el componente prospectivo del informe no opera como predicción cerrada, sino como criterio para discriminar entre necesidades absorbibles mediante ajuste gradual y necesidades que se proyectan como estructuralmente persistentes.

Ese punto es decisivo para valorar la propuesta de programas académicos candidatos. Los catorce programas establecidos en el informe no aparecen como resultado de preferencia temática ni como traslación automática de tendencias globales al territorio. Su selección deriva de una triple convergencia: intensidad de brecha, insuficiencia relativa de la oferta vigente y consistencia con trayectorias tecnológicas o sectoriales suficientemente documentadas. Esta forma de selección introduce una cautela importante. El informe no sostiene que todo campo emergente deba traducirse en apertura programática. Sostiene, más bien, que la apertura de programas académicos candidatos priorizados solo resulta defendible cuando el campo no puede ser absorbido por fortalecimiento transversal ni por reconversión curricular razonable. La Figura 5

resume precisamente esa lógica de articulación entre diagnóstico territorial, brechas prioritarias y programas académicos candidatos priorizados.

La pertinencia de algunos campos priorizados resulta especialmente ilustrativa. En salud digital, interoperabilidad y analítica clínica, la brecha no se explica solo por ausencia de denominaciones tecnológicas, sino por la necesidad de articular capacidades de integración de información, transformación digital de servicios y uso aplicado de datos en un campo directamente vinculado con bienestar y calidad de vida. En biotecnología y bioinformática aplicada, la convergencia entre analítica biológica, gestión de información y especialización técnica sugiere necesidades que exceden el rango de la actualización menor. En ciencia de datos, inteligencia artificial, ciberseguridad, energías renovables y agricultura de precisión, la persistencia de la brecha también apunta a trayectorias cuya densidad tecnológica y pertinencia territorial justifican su priorización como programas académicos candidatos (Drew et al., 2023).

Una lógica similar se observa en los campos vinculados con ciberseguridad, salud digital, energías renovables y redes inteligentes, agricultura de precisión e inteligencia artificial aplicada. No todos presentan el mismo grado de madurez territorial ni la misma facilidad de implementación institucional, pero comparten una característica: condensan brechas cuya persistencia no parece resoluble mediante actualización menor de la oferta existente. En ciberseguridad, por ejemplo, las revisiones sobre educación y diseño curricular describen una distancia persistente entre demanda de capacidades, organización curricular y experiencias formativas efectivas, lo que ha llevado a proponer diseños más integrados, prácticos y actualizables (Ismail et al., 2024). En un plano más amplio, la discusión contemporánea sobre ecosistemas digitales y educación superior insiste en que la pertinencia formativa no depende solo del crecimiento de una tecnología, sino de su articulación con datos, infraestructura, gobernanza, soporte institucional y capacidad humana para integrarla de manera productiva (Miao & Holmes, 2023; OECD, 2023). Vistos desde esa perspectiva, los programas candidatos no son solo “temas emergentes”; son espacios donde la densidad de la brecha exige considerar trayectorias formales nuevas.

Ahora bien, los resultados también imponen límites a cualquier lectura maximalista. El informe organiza una base para decidir qué programas deberían entrar a una fase de evaluación, pero no agota las condiciones para su creación. La intensidad de la brecha no equivale por sí sola a viabilidad académica, regulatoria o financiera. Tampoco la convergencia entre necesidad territorial y tendencia externa garantiza sostenibilidad institucional. Por eso, la priorización de programas académicos candidatos debe interpretarse como un resultado de priorización analítica, no como decisión final de apertura. En términos metodológicos, este límite es importante: la matriz y el diagnóstico reducen arbitrariedad en la selección, pero no sustituyen estudios posteriores de factibilidad, capacidad docente, infraestructura, registro calificado y sostenibilidad financiera.

Desde una perspectiva aplicada, el aporte principal del informe radica en haber desplazado la discusión desde la intuición programática hacia una arquitectura de decisión. El resultado más

útil no es la enumeración de ocho posibles programas, sino la identificación de tres niveles de respuesta académica: fortalecimiento transversal, reconversión curricular y posible nueva oferta. Esta distinción permite que el documento funcione como puente entre el diagnóstico del territorio y una agenda de intervención institucional más concreta. Dicho de otro modo, la discusión no conduce a un catálogo de títulos posibles, sino a un criterio secuencial para decidir qué parte del cerramiento puede resolverse dentro de la oferta vigente y qué parte exige apertura programática específica.

En conjunto, los hallazgos admiten una lectura sobria, pero sustantiva. El territorio analizado dispone de una base de oferta con capacidad de adaptación, aunque no homogénea. La presión de cambio no se distribuye por igual entre campos ni entre horizontes temporales. Y, sobre todo, el cerramiento de brechas no parece resoluble mediante una única estrategia. Allí reside la implicación principal del estudio: una política académica territorialmente pertinente no debería elegir entre actualizar o crear programas como si se tratara de rutas excluyentes; debería articular ambas vías de forma secuenciada, según la intensidad y la naturaleza de la brecha identificada.

Conclusiones

El análisis desarrollado en este informe permite sostener que el diagnóstico territorial adquiere mayor precisión cuando articula tres planos que suelen examinarse por separado: la estructura efectiva de la oferta académica, la intensidad diferencial de las brechas de formación y la proyección prospectiva de los requerimientos asociados con la transformación digital y las industrias 4.0. Bajo esta lectura, el problema no se reduce a constatar ausencia de programas ni a registrar necesidades sectoriales de manera aislada. Lo que emerge es una distribución desigual de la capacidad de respuesta del sistema formativo frente a exigencias tecnológicas, organizacionales y curriculares que avanzan con ritmos distintos. Esa constatación desplaza el análisis desde la expansión nominal de la oferta hacia la evaluación de su suficiencia, adaptabilidad y nivel de especialización.

En ese marco, el aporte principal del estudio consiste en haber organizado una arquitectura de decisión para el cerramiento de brechas. La evidencia integrada permitió distinguir tres niveles de respuesta académica: fortalecimiento transversal, reconversión curricular y priorización de programas académicos candidatos. Esta diferenciación no cumple una función meramente clasificatoria. Su valor analítico reside en que permite tratar la brecha de formación como un problema graduado, cuya respuesta depende de la intensidad del desajuste, del margen de absorción de la oferta existente y de la densidad tecnológica del campo implicado. Con ello, el cerramiento de brechas deja de interpretarse como reacción uniforme frente al cambio tecnológico y pasa a concebirse como una secuencia de decisiones diferenciadas.

Los resultados muestran, además, que la presión principal del territorio no se concentra exclusivamente en campos de alta especialización. Una proporción relevante de la brecha identificada se asocia con competencias de actualización continua, apropiación digital y capacidad adaptativa. Esta observación introduce un matiz importante: la transformación

digital no exige únicamente considerar trayectorias nuevas de formación, sino fortalecer la base transversal que permite a la oferta vigente reorganizarse, actualizarse y responder con mayor flexibilidad. Por ello, el informe no respalda una oposición entre fortalecimiento institucional y evaluación de posibles trayectorias nuevas; más bien, sugiere una relación de complementariedad secuencial entre ambas vías.

La distribución de la brecha por horizonte temporal refuerza esta interpretación. En el corto y mediano plazo persiste una franja de oferta con capacidad relativa de acompañar la demanda. En el largo plazo, en cambio, la matriz concentra intensidades mayores de brecha. Esta variación no debe leerse en sentido determinista, sino como indicio de que la suficiencia relativa del sistema disminuye cuando el análisis incorpora transformaciones de mayor complejidad tecnológica e institucional. El componente prospectivo del informe cumple, en consecuencia, una función de anticipación razonada: permite distinguir entre necesidades absorbibles mediante ajuste gradual y necesidades que, de persistir las condiciones observadas, tenderían a consolidarse como brechas estructurales.

Bajo esa lógica, la priorización de ocho programas académicos candidatos adquiere sentido metodológico. Su definición no responde a afinidades temáticas ni a una extrapolación automática de tendencias externas. Se sustenta, más bien, en la convergencia entre necesidad territorial, insuficiencia relativa de la oferta vigente y persistencia prospectiva de la brecha. Ese criterio constituye uno de los aportes aplicados más relevantes del informe, porque ofrece una base argumentada para pasar del diagnóstico a una fase posterior de evaluación programática sin convertir todavía esa transición en una decisión definitiva de apertura. En este punto conviene mantener la delimitación del estudio: el informe no sustituye análisis de factibilidad, registro calificado, sostenibilidad financiera, capacidad docente o infraestructura; establece qué programas académicos candidatos ameritan ingresar a esa fase con mayor sustento analítico.

En términos más amplios, el estudio aporta una lectura territorial de la formación que resulta útil tanto para la planeación académica como para la gobernanza institucional. La transformación digital no aparece aquí como presión externa indiferenciada ni como mandato tecnológico abstracto, sino como proceso que reordena los criterios de pertinencia dentro del sistema educativo. En esa reconfiguración, algunos campos pueden fortalecerse desde la oferta existente, otros requieren reconversión más profunda y otros demandan evaluación específica de trayectorias formativas de mayor nivel de especialización. El valor del informe reside, precisamente, en haber hecho visible esa gradación y en haberla traducido en una estructura operativa de priorización.

Ese alcance también impone límites que deben permanecer explícitos. La matriz y el diagnóstico reducen arbitrariedad en la selección de programas candidatos, pero no equivalen a demostración de viabilidad institucional. Tampoco agotan la complejidad del territorio ni convierten las brechas observadas en obligaciones automáticas de apertura programática. Su fortaleza se ubica en el plano analítico: ordenar el problema, diferenciar niveles de respuesta y construir una base argumentada para decisiones posteriores. En esa línea, la relevancia particular del campo salud debe leerse dentro de la lógica general del estudio: no como



excepción retórica, sino como un ámbito donde convergen transformación digital de servicios, interoperabilidad, analítica y efectos directos sobre bienestar y calidad de vida en el territorio.

Visto en conjunto, el diagnóstico no conduce a una solución única ni a una lista cerrada de respuestas. Lo que sí permite afirmar es que una política académica territorialmente pertinente requiere una lógica secuencial, selectiva y técnicamente justificada. Allí se ubica la principal implicación del informe: el cerramiento de brechas en transformación digital e industrias 4.0 no se resuelve solo ampliando la oferta académica ni únicamente reformando la existente, sino articulando ambas estrategias de acuerdo con la naturaleza de la brecha, la estructura de la oferta y la proyección de los requerimientos territoriales. Ese criterio constituye el principal insumo que este estudio deja disponible para la fase posterior de evaluación y decisión institucional.

Referencias

- Car, J., Ong, Q. C., Carlstedt-Duke, J., Tudor Car, L., Posadzki, P., Whiting, P., Zary, N., Atun, R., Majeed, A., & Campbell, J. (2025). The digital health competencies in medical education framework: An international consensus statement based on a Delphi study. *JAMA Network Open*, 8(1), e2453131. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.53131>
- Bazeley, P. (2024). Conceptualizing integration in mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 18(3), 225–234. <https://doi.org/10.1177/15586898241253636>
- DalGLISH, S. L., Khalid, H., & McMahon, S. A. (2020). Document analysis in health policy research: The READ approach. *Health Policy and Planning*, 35(10), 1424–1431. <https://doi.org/10.1093/heapol/czaa064>
- Drew, J., Morgan, W., Galindo, S., Kleinschmit, A. J., McWilliams, M., Pauley, M., Triplett, E. W., Williams, J., Murdoch, B., & Rosenwald, A. (2023). Revisiting barriers to implementation of bioinformatics into life sciences education. *Frontiers in Education*, 8, 1317191. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1317191>
- Fernández, A., Gómez, B., Binjaku, K., & Meçe, E. K. (2023). Digital transformation initiatives in higher education institutions: A multivocal literature review. *Education and Information Technologies*, 28, 12351–12382. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11544-0>
- Gkrimpizi, T., Peristeras, V., & Magnisalis, I. (2023). Classification of barriers to digital transformation in higher education institutions: Systematic literature review. *Education Sciences*, 13(7), 746. <https://doi.org/10.3390/educsci13070746>

Håkansson Lindqvist, M., Mozelius, P., Jaldemark, J., & Cleveland-Innes, M. (2024). Higher education transformation towards lifelong learning in a digital era: A scoping literature review. *International Journal of Lifelong Education*, 43(1), 24–38. <https://doi.org/10.1080/02601370.2023.2279047>

Inamorato dos Santos, A., Chinkes, E., Carvalho, M. A. G., Solórzano, C. M. V., & Marroni, L. S. (2023). The digital competence of academics in higher education: Is the glass half empty or half full? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, 9. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00376-0>

International Atomic Energy Agency. (2023). *Artificial intelligence in medical physics: Roles, responsibilities, education and training of clinically qualified medical physicists* (IAEA-TCS-83). <https://www.iaea.org/publications/15450/artificial-intelligence-in-medical-physics>

Ismail, M., Madathil, N. T., Alalawi, M., Alrabae, S., Al Bataineh, M., Melhem, S., & Mouheb, D. (2024). Cybersecurity activities for education and curriculum design: A survey. *Computers in Human Behavior Reports*, 16, 100501. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100501>

Lorenzini, E., Osorio Galeano, S. P., Schmidt, C. R., & Cañon Montañez, W. (2024). Practical guide to achieve rigor and data integration in mixed methods research. *Investigación y Educación en Enfermería*, 42(3), e02. <https://doi.org/10.17533/udea.ice.v42n3e02>

Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2024). *Hoja de ruta para la adopción ética y sostenible de la inteligencia artificial en Colombia*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/hoja_de_ruta_adopcion_etica_y_sostenible_de_inteligencia_artificial_colombia_0.pdf

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2023). *Estrategia Nacional Digital de Colombia 2023–2026*. https://www.mintic.gov.co/portal/715/articulos-334120_recurso_1.pdf

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>



Rikala, P., Braun, M., Tikkamäki, K., & Ellström, P.-E. (2024). Understanding and measuring skill gaps in Industry 4.0: A review. *Technological Forecasting and Social Change*, 201, 123206. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123206>

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>

World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025*. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>

World Health Organization. (2020). *GLASS whole-genome sequencing for surveillance of antimicrobial resistance*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011007>

Zhao, Y., Pinto Llorente, A. M., & Sánchez Gómez, M. C. (2021). Digital competence in higher education research: A systematic literature review. *Computers & Education*, 168, 104212. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104212>