



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

**TRANSFORMACIONES EDUCATIVAS EN LA ERA DIGITAL: ENFOQUES,
CAPACIDADES Y PRÁCTICAS INNOVADORAS**

*Estudio diagnóstico de las capacidades digitales y del pensamiento computacional en docentes y
estudiantes de educación media de una institución oficial del Caribe colombiano*

Guillermo Andrés Parejo Pacheco

Correo institucional:

guillermo.pachecopar@usantotomas.edu.co

Enlace ORCID:

<https://orcid.org/0009-0000-8557-5070>

Enlace CvLac:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=000169008

9

Enlace Google Scholar:

<https://scholar.google.com/citations?user=TQflt9EAAAJ&hl=es>

Fecha de presentación:

Junio de 2026



Resumen

La transformación digital de la educación ha desplazado el foco de la dotación tecnológica hacia las capacidades reales de quienes habitan la escuela. Este proyecto caracteriza dichas capacidades en una institución educativa oficial del Caribe colombiano mediante un estudio diagnóstico de línea base aplicado a dos poblaciones: cinco docentes de áreas STEM y veintidós estudiantes de grado décimo. Se emplearon dos instrumentos de elaboración propia: una evaluación integral docente que combina una prueba objetiva de conocimientos disciplinares y pedagógicos con una autoevaluación de competencias profesionales en cinco dimensiones, y un cuestionario estudiantil que integra intereses académicos, autopercepción de capacidades y una prueba de pensamiento computacional de nueve ítems en niveles básico y aplicado. Los resultados evidencian un desempeño docente heterogéneo, con fortalezas en tecnología e ingeniería y una debilidad crítica en conocimientos científicos, frente a una autopercepción de competencias uniformemente alta; en los estudiantes, un desempeño intermedio en pensamiento computacional que decae en las tareas de programación aplicada y estructuras de control, acompañado de un interés declarado muy elevado y de una experiencia previa casi nula. El hallazgo transversal es una brecha consistente entre las capacidades percibidas y las demostradas, que atraviesa a ambas poblaciones y constituye el principal insumo para orientar prácticas innovadoras pertinentes. El estudio aporta una línea base medible, instrumentos replicables y un conjunto de orientaciones para el diseño de una fase posterior de intervención pedagógica con enfoque STEM.

Palabras clave: transformación digital educativa, competencias digitales docentes, pensamiento computacional, estudio diagnóstico, prácticas innovadoras, educación media.

Abstract

The digital transformation of education has shifted the focus from technological provision toward the actual capabilities of those who inhabit the school. This project characterizes such capabilities in a public educational institution in the Colombian Caribbean through a baseline diagnostic study applied to two populations: five STEM teachers and twenty-two tenth-grade students. Two self-designed instruments were used: a comprehensive teacher assessment combining an objective test of disciplinary and pedagogical knowledge with a self-assessment of professional competencies



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

across five dimensions, and a student questionnaire integrating academic interests, self-perceived capabilities, and a nine-item computational thinking test at basic and applied levels. Results show heterogeneous teacher performance, with strengths in technology and engineering and a critical weakness in scientific knowledge, against a uniformly high self-perception of competencies; among students, an intermediate performance in computational thinking that declines in applied programming and control-structure tasks, accompanied by very high declared interest and almost no prior experience. The cross-cutting finding is a consistent gap between perceived and demonstrated capabilities, present in both populations, which constitutes the main input for guiding relevant innovative practices. The study provides a measurable baseline, replicable instruments, and a set of guidelines for designing a subsequent phase of STEM-oriented pedagogical intervention.

Keywords: educational digital transformation, teacher digital competencies, computational thinking, diagnostic study, innovative practices, secondary education.



Introducción

La era digital ha modificado de manera profunda las condiciones en las que ocurre el hecho educativo. Durante las últimas dos décadas, los sistemas escolares de América Latina han transitado desde políticas centradas en la dotación de dispositivos y conectividad hacia agendas más complejas, orientadas al desarrollo de capacidades y a la transformación de las prácticas de enseñanza. Los organismos que acompañan esta transición coinciden en un diagnóstico común: la tecnología, por sí sola, no produce mejoras educativas; su efecto depende de la articulación con objetivos pedagógicos claros y del desarrollo de las capacidades de los actores escolares.

Este desplazamiento del énfasis, desde los recursos hacia las capacidades, define el problema que aborda el presente proyecto. Si las transformaciones educativas en la era digital dependen menos de los artefactos que de los enfoques que las orientan, de las capacidades que las sostienen y de las prácticas que las materializan, entonces cualquier propuesta de innovación requiere, como paso previo, conocer con precisión el punto de partida. Diseñar estrategias sin ese conocimiento equivale a intervenir sobre un terreno supuesto y no sobre el terreno real.

El objeto de estudio de este proyecto son las capacidades digitales y de pensamiento computacional que poseen efectivamente los actores de una institución educativa oficial, entendidas como condición habilitante de las prácticas innovadoras. El objeto de investigación se centra en la caracterización diagnóstica de dichas capacidades en dos poblaciones complementarias —el cuerpo docente de las áreas STEM y los estudiantes de educación media—, así como en el contraste entre las capacidades que estos actores perciben tener y las que demuestran en pruebas objetivas.

La realidad abordada corresponde a una institución educativa oficial ubicada en el sur de la región Caribe colombiana, departamento del Magdalena, cuyas condiciones son compartidas por buena parte de los colegios públicos del país: limitaciones de infraestructura tecnológica, escasa formación docente en tecnologías emergentes y ausencia de programas estructurados en ciencia, tecnología o robótica. La categorización de esta realidad se enmarca en la necesidad de fortalecer las capacidades STEM y digitales en coherencia con las demandas de la sociedad contemporánea y con las políticas educativas nacionales e internacionales.



El diseño metodológico se fundamenta en un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo, de tipo aplicado y corte transversal, materializado en un estudio diagnóstico de línea base. La recolección de información se realizó mediante dos instrumentos digitales de elaboración propia, aplicados durante el primer semestre de 2026: una evaluación integral dirigida a los docentes y un cuestionario diagnóstico dirigido a los estudiantes. El análisis se apoyó en estadística descriptiva —medias, desviaciones estándar, rangos y distribuciones de frecuencia— y en la comparación sistemática entre desempeño objetivo y autopercepción.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la institución cuenta con condiciones favorables en términos de disposición e interés, pero presenta vacíos concretos y localizables tanto en el dominio disciplinar de los docentes como en la capacidad de los estudiantes para transferir el pensamiento computacional a situaciones aplicadas. Sobre todo, revela una brecha sistemática entre lo que ambas poblaciones creen dominar y lo que efectivamente demuestran, hallazgo que reorienta el sentido de cualquier propuesta formativa posterior.

El documento se organiza de la siguiente manera. Tras esta introducción se presenta la justificación del proyecto y los preliminares que delimitan el marco de trabajo, incluyendo el diagnóstico de la realidad y la formulación del problema. A continuación se declaran el propósito y los objetivos, seguidos del marco de referencia, que integra el estado del arte, el marco teórico, el marco conceptual y el marco legal. Posteriormente se expone el marco metodológico y se presentan los resultados del diagnóstico aplicado a ambas poblaciones, con su respectivo análisis. El documento cierra con las conclusiones, la visión prospectiva y las consideraciones éticas.



Justificación

La acelerada evolución de las tecnologías digitales ha generado cambios significativos en la forma en que las personas aprenden, se comunican y resuelven problemas. Sin embargo, en los contextos educativos públicos persisten brechas relevantes en el acceso, la apropiación y el uso pedagógico de dichas tecnologías, lo que limita las oportunidades de los estudiantes para desarrollar las capacidades digitales que demanda el siglo XXI.

De acuerdo con datos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2023), más del 60 % de las instituciones educativas públicas en Colombia presentan limitaciones en infraestructura tecnológica, lo que afecta directamente la calidad de los procesos formativos en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Esta situación se traduce en bajos niveles de alfabetización digital, escasa familiarización con el pensamiento computacional y limitada motivación hacia las áreas científicas y tecnológicas.

Ahora bien, la literatura reciente advierte que el diagnóstico de infraestructura resulta insuficiente para explicar el rezago. Los estudios sobre competencia digital docente muestran que el problema no se agota en la disponibilidad de recursos, sino que involucra las capacidades efectivas del profesorado y, de manera particular, la distancia entre la competencia que los docentes se atribuyen y la que demuestran en situaciones de desempeño (Girón Escudero et al., 2019). Ese desajuste es relevante porque un docente que se percibe altamente competente tiende a demandar menos formación en las áreas donde, objetivamente, presenta mayores vacíos.

Frente a este panorama, el presente proyecto sostiene que toda transformación educativa sostenible debe partir de un conocimiento riguroso de las capacidades disponibles. Por ello se propone caracterizar, mediante instrumentos objetivos y de autopercepción aplicados de forma simultánea, el estado real de las capacidades digitales y de pensamiento computacional en las dos poblaciones que constituyen el núcleo de cualquier innovación escolar: quienes enseñan y quienes aprenden.

El propósito de la investigación es, en consecuencia, generar una línea base válida y medible que permita orientar el diseño de prácticas innovadoras pertinentes al contexto. El producto esperado es un diagnóstico institucional documentado, acompañado de dos instrumentos



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

replicables y de un conjunto de orientaciones derivadas de la evidencia, que sirva como modelo transferible a otras instituciones educativas con características similares.

Este proyecto se enmarca en la línea de investigación de tecnologías emergentes y educación STEM para el desarrollo social, alineándose con los objetivos de promover la innovación educativa, reducir las brechas digitales y potenciar las capacidades necesarias para la inserción de los estudiantes en la sociedad digital.

El valor agregado de esta iniciativa radica en su capacidad para sustituir el supuesto por la evidencia. En lugar de asumir necesidades formativas, las documenta; en lugar de proponer una intervención genérica, identifica con precisión dónde están los vacíos y de qué naturaleza son. Además, al incorporar simultáneamente medidas objetivas y autopercepciones, aporta un hallazgo de valor metodológico: la brecha entre ambas constituye en sí misma un objeto de intervención, pues señala la necesidad de incorporar procesos de autoevaluación reflexiva en el desarrollo profesional docente y en la formación estudiantil.

En conclusión, el proyecto no solo responde a una necesidad contextual evidenciada en las instituciones educativas públicas, sino que aporta una base empírica sólida, sostenible y adaptable, sobre la cual construir prácticas innovadoras que fortalezcan las capacidades digitales de la comunidad educativa y potencien su desarrollo académico y social.



Preliminares: Delimitación del Marco de Trabajo para el Abordaje de la Realidad

Diagnóstico de la Realidad

La transformación digital que atraviesa el sistema educativo colombiano ha puesto en evidencia la necesidad de fortalecer las capacidades digitales y tecnológicas de docentes y estudiantes, particularmente en los niveles de educación básica y media. Aunque las políticas públicas han avanzado en la dotación tecnológica de las instituciones, los procesos de integración efectiva de las tecnologías emergentes siguen siendo incipientes, especialmente en colegios oficiales donde las brechas de infraestructura, formación docente y recursos didácticos son más evidentes. En este contexto surge la necesidad de caracterizar, con instrumentos válidos, el estado real de las capacidades disponibles antes de proponer cualquier estrategia de innovación.

a. Identificación

Este proyecto se centra en la caracterización diagnóstica de las capacidades digitales y del pensamiento computacional como condición habilitante de las prácticas educativas innovadoras en la era digital. Su objeto de estudio comprende tres dimensiones articuladas: los enfoques que orientan la transformación digital de la escuela, las capacidades efectivamente instaladas en docentes y estudiantes, y las prácticas innovadoras que resultan viables a partir de dichas capacidades. La iniciativa se enmarca en un proceso de innovación educativa que busca informar el diseño curricular, generar aprendizajes significativos y contribuir al cierre de brechas digitales sobre bases empíricas.

El contexto espacial de implementación es un colegio oficial ubicado en el sur de la región Caribe colombiana, departamento del Magdalena. La realidad abordada, sin embargo, es compartida por gran parte de los colegios públicos del país, donde las apuestas institucionales por proyectos de innovación apenas están iniciando. Temporalmente, el proyecto se desarrolló durante el primer semestre de 2026, con una fase de diseño y validación de instrumentos, seguida de las fases de aplicación, sistematización y análisis. La propuesta responde a las líneas de investigación en Educación STEM y Tecnología Educativa, priorizadas por la universidad como eje de desarrollo académico y transformación social.



La intencionalidad del proyecto no se limita a describir un estado inicial: busca demostrar que un diagnóstico riguroso, construido con instrumentos propios y de bajo costo, puede convertirse en motor de cambio curricular y dinamizador de prácticas didácticas emergentes. El alcance esperado abarca desde la obtención de la línea base institucional hasta la sistematización de resultados que sirvan de referencia para otras instituciones educativas del país.

b. Descripción

El sistema educativo colombiano, particularmente en sus instituciones oficiales, enfrenta múltiples desafíos relacionados con la incorporación significativa de las tecnologías digitales en los procesos pedagógicos. A pesar del impulso de políticas públicas como la estrategia Computadores para Educar y las iniciativas de pensamiento computacional lideradas por MinTIC, la implementación práctica de tecnologías emergentes sigue siendo limitada. Esta situación se agudiza en contextos rurales y de difícil acceso, donde la brecha digital y la resistencia al cambio son más pronunciadas.

La institución educativa seleccionada como escenario de esta propuesta se ubica en el departamento del Magdalena, al sur de la región Caribe colombiana. Aunque no se menciona específicamente, con el fin de preservar la reserva sobre los participantes, esta institución representa un caso emblemático de las realidades de muchas escuelas oficiales del país. Se trata de un colegio con iniciativas recientes de innovación curricular, pero que aún no ha desarrollado programas sólidos en ciencia, tecnología o robótica. La carencia de procesos formativos para docentes en tecnologías disruptivas, sumada a la escasa dotación de recursos didácticos especializados, ha limitado el desarrollo de las capacidades digitales de los estudiantes.

Las poblaciones objetivo son dos y resultan complementarias. De una parte, el cuerpo docente vinculado a las áreas STEM, responsable directo de la mediación pedagógica y, por tanto, condición de posibilidad de cualquier innovación. De otra parte, los estudiantes de educación media, grupo clave en el tránsito hacia la educación superior y la vida laboral, en cuya etapa formativa el desarrollo del pensamiento computacional y la resolución de problemas se convierte en un elemento estratégico para cerrar brechas educativas. La evidencia recogida en este proyecto

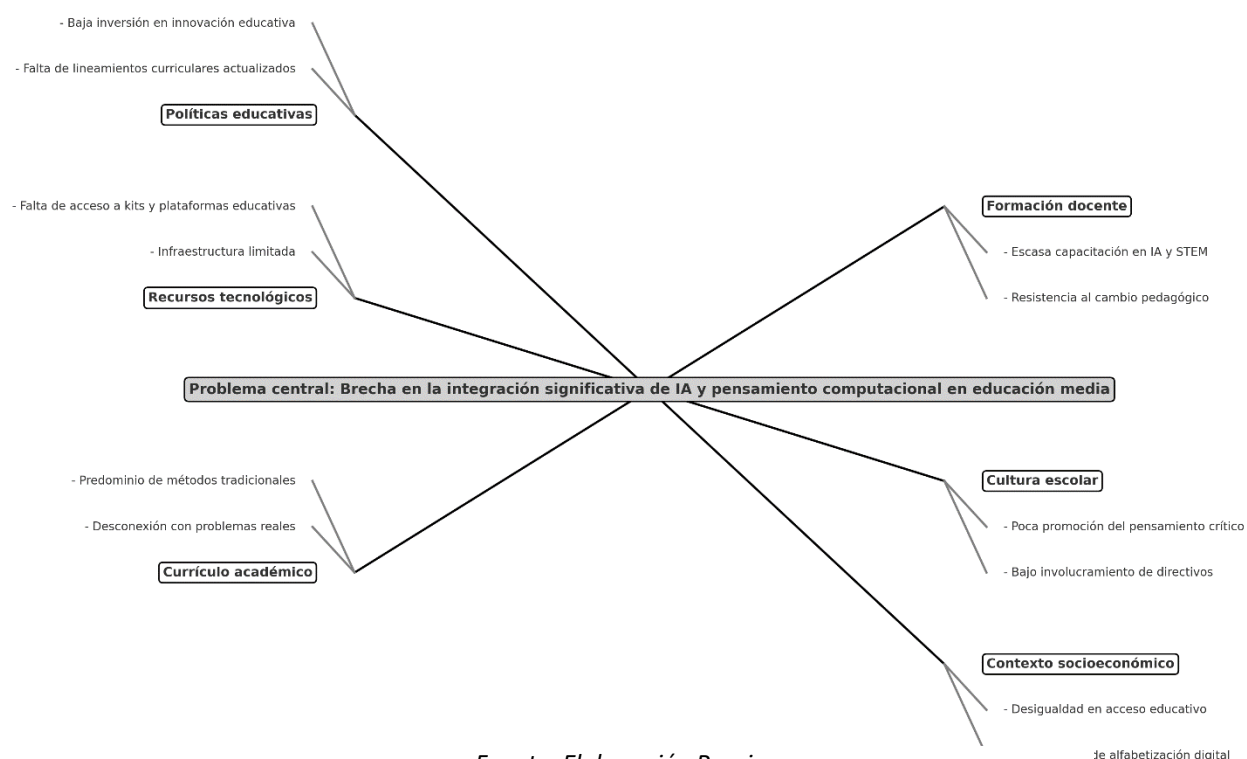


confirma que los estudiantes presentan altos niveles de interés hacia los temas tecnológicos, acompañados de una experiencia previa prácticamente nula.

Como complemento a esta descripción se presenta el siguiente diagrama de espina de pescado, que sintetiza las principales causas que afectan la integración efectiva de las tecnologías digitales en las escuelas oficiales:

Figura 1

Causas de la baja integración de tecnologías digitales en colegios oficiales



Fuente: Elaboración Propia

Nota. Elaboración propia.

El diagrama evidencia cómo factores relativos a las políticas educativas, los recursos tecnológicos, la formación docente, el currículo académico, la cultura escolar y el contexto socioeconómico inciden conjuntamente en la ausencia de experiencias significativas de innovación. El presente diagnóstico aporta evidencia empírica sobre dos de esas causas —la



formación docente y las capacidades instaladas—, convirtiéndolas de supuestos en datos verificables.

c. Formulación

A partir del diagnóstico y la descripción de la realidad educativa, se plantean las siguientes preguntas orientadoras de la investigación:

¿Cuál es el estado de las capacidades digitales y del pensamiento computacional en los docentes y estudiantes de una institución educativa oficial colombiana, y qué distancia existe entre las capacidades que estos actores perciben poseer y las que efectivamente demuestran?

¿Qué enfoques y prácticas innovadoras resultan pertinentes para el fortalecimiento de dichas capacidades, a partir de la evidencia obtenida en el diagnóstico institucional?

Oportunidades de Innovación y Alternativas de Solución

El diagnóstico realizado sobre las realidades educativas en los colegios oficiales colombianos, especialmente en instituciones en proceso de transformación curricular, revela una necesidad urgente de actualización metodológica frente a los desafíos del siglo XXI. A partir de este panorama se identifican tres oportunidades de innovación.

1. Diagnóstico sistemático de capacidades como punto de partida de la innovación

La primera oportunidad consiste en instalar la evaluación diagnóstica como práctica institucional previa a cualquier intervención. La construcción de instrumentos propios, aplicables mediante herramientas digitales gratuitas y de bajo requerimiento técnico, permite obtener una línea base medible sin costos significativos. Esta alternativa transforma la planeación pedagógica, al sustituir la intuición sobre las necesidades formativas por evidencia sistematizada.

2. Uso de plataformas accesibles para el desarrollo del pensamiento computacional

La segunda oportunidad reside en el aprovechamiento de plataformas de inteligencia artificial de uso libre y de microcontroladores de bajo costo. Herramientas como Teachable Machine permiten introducir nociones básicas de aprendizaje automático sin conocimientos previos de programación avanzada, mientras que placas como Micro:bit, combinadas con entornos



de programación visual, facilitan el tránsito desde lo conceptual hacia lo tangible. Su bajo costo y su abundante documentación las hacen viables en contextos de recursos limitados.

3. Formación docente orientada por evidencia y con componente metacognitivo

La tercera oportunidad se desprende directamente de los hallazgos del diagnóstico. La existencia de una brecha entre capacidades percibidas y demostradas sugiere que los procesos de desarrollo profesional no deben limitarse a la actualización de contenidos, sino incorporar espacios de autoevaluación reflexiva que permitan a los docentes calibrar con mayor precisión sus fortalezas y sus áreas de mejora.

Alternativa Seleccionada

La alternativa elegida integra las tres oportunidades descritas bajo una secuencia lógica: se parte del diagnóstico sistemático de capacidades (fase desarrollada en el presente proyecto), que a su vez fundamenta el diseño de una ruta progresiva de prácticas innovadoras y de formación docente orientada por evidencia (fase prospectiva). Esta secuencia asegura que las decisiones pedagógicas posteriores se apoyen en información institucional verificada y no en supuestos generales.

Los criterios de viabilidad que fundamentan esta elección son los siguientes:

- **Pedagógicos.** El diagnóstico permite focalizar la acción formativa en las áreas de mayor vacío, y las herramientas identificadas admiten metodologías activas centradas en el estudiante.
- **Técnicos.** Los instrumentos se aplicaron con tecnologías web y formularios en línea, de bajo requerimiento técnico y amplia documentación, replicables sin licencias comerciales.
- **Económicos.** Tanto el diagnóstico como las herramientas propuestas admiten distintos niveles de inversión, permitiendo su uso en instituciones con recursos limitados.
- **Sociales.** La propuesta responde a una necesidad educativa nacional y puede ser replicada en otras instituciones oficiales interesadas en fundamentar sus procesos de innovación.
- **Curriculares.** Los hallazgos se articulan directamente con las áreas de Tecnología e Informática, Ciencias Naturales y Matemáticas, facilitando la transversalidad.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Con esta propuesta se busca instalar la evidencia como fundamento de la transformación educativa, promoviendo un cambio significativo en contextos educativos públicos. La alternativa tiene el potencial de convertirse en un modelo replicable que promueva la innovación desde la equidad, la sostenibilidad y la pertinencia cultural y tecnológica.



Propósito y Objetivos

Propósito

El proyecto tiene como propósito caracterizar el estado de las capacidades digitales y del pensamiento computacional en docentes y estudiantes de una institución educativa oficial, con el fin de establecer una línea base rigurosa que oriente el diseño de prácticas educativas innovadoras pertinentes al contexto. Se busca generar un impacto positivo en la planeación institucional, sustituyendo los supuestos sobre las necesidades formativas por evidencia sistematizada, y contribuyendo así al cierre de brechas digitales mediante decisiones informadas.

Objetivo General

Caracterizar las capacidades digitales y de pensamiento computacional de docentes y estudiantes de educación media de una institución oficial del Caribe colombiano, mediante un estudio diagnóstico de línea base, para derivar orientaciones que fundamenten prácticas educativas innovadoras en la era digital.

Objetivos Específicos

- **Identificar** los enfoques conceptuales y los marcos de referencia que orientan la transformación digital de la educación y la evaluación de capacidades digitales, con el fin de fundamentar teóricamente el diseño de los instrumentos diagnósticos.
- **Evaluar** las capacidades del cuerpo docente en las áreas STEM, contrastando su desempeño en una prueba objetiva de conocimientos disciplinares y pedagógicos con su autopercepción de competencias profesionales.
- **Determinar** el nivel de desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes de educación media, diferenciando el desempeño en tareas de nivel básico y de nivel aplicado, e identificando sus intereses y su experiencia previa en actividades relacionadas.
- **Analizar** la brecha existente entre las capacidades percibidas y las demostradas en ambas poblaciones, para formular orientaciones dirigidas al diseño de prácticas educativas innovadoras y de procesos de desarrollo profesional docente.



Matriz de Medición de Impacto Educativo y Social

Tabla 1

Matriz de medición de impacto educativo y social

Objetivo específico	Contexto de impacto	Indicadores de cumplimiento	Medios de verificación
Identificar los enfoques y marcos de referencia que orientan la transformación digital y la evaluación de capacidades.	Revisión documental de fuentes académicas e institucionales nacionales e internacionales.	Estado del arte con al menos 15 fuentes; matriz de categorías de análisis definida.	Marco de referencia documentado; fichas bibliográficas; referencias en normas APA.
Evaluar las capacidades del cuerpo docente en las áreas STEM.	Docentes de las áreas STEM de una institución oficial del sur del Caribe colombiano.	Aplicación del instrumento a la totalidad de los docentes del área; resultados por categoría y dimensión.	Registros del instrumento digital; base de datos de respuestas; tablas y figuras de resultados.
Determinar el nivel de pensamiento computacional de los estudiantes.	Estudiantes de grado décimo de la institución educativa participante.	Cobertura superior al 80 % del grupo; puntajes globales, por ítem y por nivel de desempeño.	Formulario en línea con respuestas; hoja de cálculo sistematizada; tablas y figuras de resultados.
Analizar la brecha entre capacidades percibidas y demostradas.	Ambas poblaciones participantes en el diagnóstico institucional.	Contraste documentado entre medidas objetivas y de autopercepción; orientaciones formuladas.	Análisis comparativo; documento de conclusiones y visión prospectiva del proyecto.

Nota. Elaboración propia.



Marco de Referencia

Marco Contextual

El proyecto se desarrolla en una institución educativa oficial del sur de la región Caribe colombiana, departamento del Magdalena, que atiende población de estratos socioeconómicos bajos en jornada única. La institución ofrece los niveles de básica secundaria y media, y cuenta con un área de Tecnología e Informática en proceso de fortalecimiento. Su planta docente en las áreas STEM está conformada por un grupo reducido de profesores que orientan Física, Matemáticas, Ciencias Naturales y Tecnología e Informática, con asignación académica distribuida principalmente en los grados décimo y undécimo.

En materia de recursos, la institución dispone de conectividad intermitente y de un número limitado de equipos de cómputo, situación que condiciona la frecuencia y la profundidad de las experiencias mediadas por tecnología. No existen a la fecha programas institucionales consolidados de robótica, programación o inteligencia artificial, ni procesos formativos sistemáticos dirigidos al profesorado en estas materias. Este escenario, lejos de ser excepcional, resulta representativo de numerosas instituciones oficiales del país, lo que otorga al diagnóstico un valor de referencia que trasciende el caso particular.

Revisión del Estado del Arte

La revisión del estado del arte se organizó en torno a los tres ejes que estructuran el proyecto: los enfoques de la transformación digital educativa, las capacidades digitales de docentes y estudiantes, y las prácticas innovadoras orientadas al pensamiento computacional. A continuación se presentan las fuentes seleccionadas con su respectiva sinopsis y aplicabilidad.

Eje 1. Enfoques de la transformación digital educativa

1. Redecker, C., y Punie, Y. (2017).

European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union.

Sinopsis: Establece el marco europeo de referencia para la competencia digital docente, organizado en veintidós competencias distribuidas en seis áreas: compromiso profesional, recursos digitales,



enseñanza y aprendizaje, evaluación, empoderamiento de los estudiantes y desarrollo de la competencia digital del alumnado.

Aplicabilidad al proyecto: Aporta la estructura conceptual que fundamenta la organización por dimensiones del instrumento docente diseñado en este proyecto.

2. Arias Ortiz, E., y colaboradores (2021).

Transformación digital en la educación superior en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.

Sinopsis: Presenta los hallazgos de un estudio realizado en cerca de cien instituciones de catorce países, analizando desafíos, capacidades, enfoques y necesidades para la transformación digital en la región.

Aplicabilidad al proyecto: Ofrece el encuadre regional del proyecto y sustenta la pertinencia de diagnosticar capacidades antes de intervenir.

3. Organización de Estados Iberoamericanos (2022).

Programa Iberoamericano de Transformación Digital en Educación. OEI.

Sinopsis: Describe una agenda regional que articula formación especializada, repositorios de buenas prácticas, investigaciones y diagnósticos para el despliegue de la transformación digital educativa.

Aplicabilidad al proyecto: Respalda la orientación del proyecto hacia la generación de diagnósticos como insumo de política institucional.

4. Banco Mundial (2024).

Innovaciones digitales en la educación en América Latina y el Caribe. Banco Mundial.

Sinopsis: Serie de reportes que documentan cómo aprovechar la tecnología para transformar el aprendizaje, reuniendo evidencia y herramientas para un uso estratégico de la digitalización en las aulas.

Aplicabilidad al proyecto: Sustenta el argumento de que el efecto de la tecnología depende de su articulación con objetivos pedagógicos y capacidades instaladas.



5. Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación de la UNESCO (2023).

Educación y tecnologías digitales. SITEAL.

Sinopsis: Analiza la integración de tecnologías digitales en los niveles institucional y de aula en América Latina, señalando que el éxito de las innovaciones curriculares depende de su articulación con objetivos educativos amplios y del desarrollo de capacidades.

Aplicabilidad al proyecto: Fundamenta la tesis central del proyecto: las capacidades, y no los dispositivos, condicionan la transformación.

Eje 2. Capacidades digitales de docentes y estudiantes

6. Cabero-Almenara, J., y Palacios-Rodríguez, A. (2020).

Marco Europeo de Competencia Digital Docente «DigCompEdu». Traducción y adaptación del cuestionario «DigCompEdu Check-In». EDMETIC, 9(1), 213-234.

Sinopsis: Presenta la traducción y adaptación al español del cuestionario de autoevaluación DigCompEdu Check-In, ampliamente utilizado para el diagnóstico de la competencia digital docente en contextos iberoamericanos.

Aplicabilidad al proyecto: Constituye el referente metodológico para la construcción de la escala de autoevaluación de competencias empleada con los docentes.

7. Caena, F., y Redecker, C. (2019).

Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators. European Journal of Education, 54(3), 356-369.

Sinopsis: Analiza la alineación de los marcos de competencia docente con los desafíos del siglo XXI, argumentando la necesidad de integrar conocimiento disciplinar, pedagogía y tecnología.

Aplicabilidad al proyecto: Justifica el diseño del instrumento docente en dos componentes complementarios: conocimientos y competencias.



8. Girón Escudero, V., Cózar Gutiérrez, R., y González-Calero Somoza, J. A. (2019).

Análisis de la autopercepción sobre el nivel de competencia digital docente en la formación inicial de maestros y maestras. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 22(3), 193-218.

Sinopsis: Examina la autopercepción del profesorado en formación sobre su competencia digital, evidenciando que la brecha digital afecta también al profesorado y que existen diferencias según formación y experiencia.

Aplicabilidad al proyecto: Aporta el antecedente directo del contraste entre autopercepción y desempeño que constituye el hallazgo central de este diagnóstico.

9. Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Palacios-Rodríguez, A., y Llorente-Cejudo, C. (2020).

Marcos de competencias digitales para docentes universitarios: su evaluación a través del coeficiente competencia experta. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 23(2).

Sinopsis: Revisa y compara distintos marcos de competencia digital docente, evaluando su pertinencia mediante juicio de expertos.

Aplicabilidad al proyecto: Orienta los criterios de validación de contenido aplicados a los instrumentos de este proyecto.

10. Bustamante, R., y Camacho, A. (2024).

Inteligencia artificial en las escuelas: una revisión sistemática (2019-2023). Enunciación, 29(1), 62-82.

Sinopsis: Revisión de cincuenta y dos artículos sobre inteligencia artificial en educación básica, abordando personalización del aprendizaje, currículo y ética en su uso.

Aplicabilidad al proyecto: Proporciona un panorama actualizado sobre la integración de la inteligencia artificial en educación, útil para sustentar la pertinencia y la dimensión ética del proyecto.



Eje 3. Pensamiento computacional y prácticas innovadoras

11. Wing, J. M. (2006).

Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.

Sinopsis: Texto fundacional que define el pensamiento computacional como una habilidad analítica universal, no restringida a la informática, que involucra la descomposición de problemas, la abstracción y el diseño de algoritmos.

Aplicabilidad al proyecto: Constituye la base conceptual sobre la que se define la categoría de análisis central del diagnóstico estudiantil.

12. Román-González, M. (2016).

Codigofabetización y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia].

Sinopsis: Desarrolla y valida psicométricamente el Test de Pensamiento Computacional, instrumento de referencia para la medición del constructo en población escolar de secundaria.

Aplicabilidad al proyecto: Fundamenta el diseño de los ítems de opción múltiple y la lógica de niveles del instrumento estudiantil.

13. Román-González, M., Pérez-González, J. C., y Jiménez-Fernández, C. (2017).

Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. Computers in Human Behavior, 72, 678-691.

Sinopsis: Establece la validez de criterio del Test de Pensamiento Computacional y analiza las habilidades cognitivas que subyacen al constructo.

Aplicabilidad al proyecto: Respalda la decisión de evaluar el pensamiento computacional mediante tareas de razonamiento y no únicamente mediante ejercicios de programación.

14. Zapata-Ros, M. (2022).

La evaluación del pensamiento computacional. Revista de Educación a Distancia.



Sinopsis: Revisa los enfoques disponibles para evaluar el pensamiento computacional, incluyendo el desafío Bebras, el Test de Pensamiento Computacional y las herramientas de análisis de proyectos de programación.

Aplicabilidad al proyecto: Orienta la selección del formato de tareas contextualizadas tipo Bebras empleadas en las secciones cuatro y cinco del instrumento estudiantil.

15. Quiroz-Vallejo, D. A., Carmona-Mesa, J. A., Castrillón-Yepes, A., y Villa-Ochoa, J. A. (2021).

Integración del pensamiento computacional en la educación primaria y secundaria en Latinoamérica: una revisión sistemática. Revista de Educación a Distancia, 21(68).

Sinopsis: Revisión sistemática que analiza la integración del pensamiento computacional en la región, destacando el uso predominante de robótica y programación por bloques.

Aplicabilidad al proyecto: Guía la selección de estrategias pedagógicas pertinentes para contextos latinoamericanos en la fase prospectiva del proyecto.

16. Ortega Mendoza, J. D. (2022).

Estudio de caso del desarrollo de pensamiento computacional en estudiantes de primaria con Micro:bit. Revista RUNIN, 10(13), 63-68.

Sinopsis: Estudio de caso realizado en Pasto, Colombia, que documenta cómo el uso de microcontroladores promueve el pensamiento computacional en población escolar.

Aplicabilidad al proyecto: Aporta evidencia nacional sobre la efectividad de los microcontroladores, respaldando su consideración en la fase prospectiva.

17. Hernández Álvarez, W., Pérez Gutiérrez, B., y Cárdenas Salgado, F. (2024).

Tecnología para el aprendizaje: robótica educativa y STEM en el desarrollo de competencias del siglo XXI. Praxis, 20(3), 635-652.

Sinopsis: Reflexión académica sobre la contribución de la robótica educativa y el enfoque STEM a la formación de competencias digitales y habilidades transversales en Colombia.



Aplicabilidad al proyecto: Sustenta la adopción del enfoque STEM como marco articulador de las prácticas innovadoras propuestas.

18. Molina Isaza, J. A. (2023).

Aportes de la educación STEM a la enseñanza de las ciencias en Colombia. Ciencia Latina, 7(3), 1520-1528.

Sinopsis: Analiza la implementación del enfoque STEM en Colombia y su impacto en la motivación y el desarrollo de habilidades científicas.

Aplicabilidad al proyecto: Resulta especialmente pertinente frente al hallazgo de debilidad docente en el componente de conocimientos científicos.

Marco Teórico

El marco teórico de este proyecto se organiza en torno a cuatro categorías de análisis que se desprenden directamente del título y del problema formulado: la transformación digital educativa como enfoque, las capacidades digitales docentes, el pensamiento computacional como capacidad estudiantil, y las prácticas educativas innovadoras como materialización de las anteriores. Una quinta categoría, de carácter transversal, aborda la relación entre autopercepción y desempeño, por constituir el eje analítico que articula los hallazgos del diagnóstico.

Transformación digital educativa

La noción de transformación digital educativa ha experimentado un desplazamiento conceptual significativo. En su primera formulación, asociada a las políticas de dotación masiva de dispositivos que caracterizaron la región durante la primera década del siglo, el énfasis recaía sobre el acceso: se asumía que la presencia de tecnología en el aula produciría, por sí misma, mejoras en los aprendizajes. La evidencia acumulada obligó a revisar ese supuesto. Los análisis regionales coinciden hoy en que el impacto de la tecnología depende de su articulación con objetivos pedagógicos definidos y del desarrollo de las capacidades de los actores escolares (Arias Ortiz et al., 2021; SITEAL, 2023).

Esta reconceptualización tiene consecuencias metodológicas directas para el presente proyecto. Si la transformación digital no se mide por la cantidad de recursos disponibles sino por



las capacidades instaladas y las prácticas efectivamente transformadas, entonces el diagnóstico institucional debe orientarse a esas dos dimensiones y no al inventario tecnológico. De ahí que los instrumentos diseñados indaguen por lo que docentes y estudiantes saben y pueden hacer, más que por lo que poseen.

La transformación digital se entiende, por tanto, como un proceso sistémico que involucra simultáneamente la infraestructura, las capacidades humanas, las prácticas pedagógicas y la cultura institucional. En este proyecto se privilegia la dimensión de las capacidades, sin desconocer que opera en interdependencia con las restantes, tal como muestra el diagrama causal presentado en la Figura 1.

Capacidades digitales docentes

La competencia digital docente se define como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten al profesorado integrar significativamente las tecnologías digitales en su práctica profesional, con el fin de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y de desarrollar la competencia digital de sus estudiantes (Redecker y Punie, 2017). El marco DigCompEdu, elaborado por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, organiza esta competencia en veintidós elementos agrupados en seis áreas, y se ha consolidado como referente internacional para su evaluación.

La adaptación iberoamericana de este marco, realizada por Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez (2020), facilitó su aplicación en contextos hispanohablantes mediante la traducción del cuestionario de autoevaluación DigCompEdu Check-In. No obstante, la literatura advierte una limitación recurrente en estos desarrollos: la mayoría de los estudios se apoyan exclusivamente en el autodiagnóstico, lo que restringe la validez de las conclusiones cuando la autopercepción no coincide con el desempeño real.

Esta limitación motivó una decisión de diseño central en el presente proyecto: el instrumento docente no se limita a recoger autopercepciones, sino que las contrasta con una prueba objetiva de conocimientos disciplinares y pedagógicos aplicada en la misma sesión. Dicha decisión permite calcular la distancia entre ambas medidas y convertirla en un objeto de análisis con implicaciones formativas.



Para efectos de este proyecto, y en atención al carácter STEM de la población docente, las capacidades se organizaron en cinco dimensiones: dominio disciplinar, competencias pedagógicas, integración interdisciplinaria, innovación y resolución de problemas, y pensamiento computacional. Esta última dimensión resulta particularmente relevante, pues articula el diagnóstico docente con el estudiantil bajo una misma categoría analítica.

Pensamiento computacional

El pensamiento computacional fue definido por Wing (2006) como una habilidad analítica de carácter universal que implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano recurriendo a conceptos fundamentales de las ciencias de la computación. Su rasgo distintivo es que no se restringe al ámbito de la programación: constituye una forma de razonamiento aplicable a cualquier dominio, sustentada en operaciones como la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño algorítmico.

Esta definición amplia plantea un desafío para su evaluación. Como advierte Zapata-Ros (2022), si el pensamiento computacional se midiera únicamente a través de ejercicios de programación, se estaría evaluando el dominio de un lenguaje y no la capacidad de razonamiento subyacente. De ahí que se hayan consolidado enfoques alternativos, entre los que destacan el Test de Pensamiento Computacional (Román-González, 2016; Román-González et al., 2017) y las tareas contextualizadas del desafío Bebras, que presentan situaciones problema resolubles mediante razonamiento computacional sin requerir conocimientos previos de programación.

El instrumento estudiantil diseñado para este proyecto se inscribe en esta última tradición. Sus ítems presentan situaciones contextualizadas —recorridos en cuadrícula, sistemas de reglas de transformación, reconstrucción de patrones e interpretación de programas por bloques— que evalúan la capacidad de razonamiento computacional en dos niveles de progresión: uno básico, centrado en secuencias, patrones y depuración, y uno aplicado, centrado en la interpretación de estructuras de control en contextos de programación de microcontroladores.

La distinción entre ambos niveles no es accesorio. La literatura sobre transferencia del aprendizaje sugiere que el dominio de nociones fundamentales no garantiza su aplicación en



situaciones complejas, y los resultados de este diagnóstico, como se verá, confirman esa asimetría en la población estudiada.

Prácticas educativas innovadoras

Las prácticas educativas innovadoras se entienden aquí como aquellas configuraciones de la enseñanza que introducen cambios deliberados y sostenibles en los modos de aprender, orientados a la mejora de los aprendizajes y a la equidad en el acceso al conocimiento. La innovación educativa no se define por la novedad tecnológica de los recursos empleados, sino por la transformación efectiva de las relaciones pedagógicas que promueve.

En el campo específico de la educación STEM, las revisiones disponibles señalan que las prácticas con mayor evidencia de efectividad comparten tres rasgos: se organizan mediante metodologías activas, particularmente el aprendizaje basado en proyectos; vinculan el contenido con problemas del contexto inmediato de los estudiantes; y articulan disciplinas en lugar de yuxtaponerlas (Hernández Álvarez et al., 2024; Molina Isaza, 2023). En América Latina, la integración del pensamiento computacional se ha apoyado predominantemente en la robótica educativa y la programación por bloques (Quiroz-Vallejo et al., 2021).

Ahora bien, la sostenibilidad de estas prácticas depende críticamente de las capacidades docentes que las sostienen. Este es el punto donde las cuatro categorías del marco teórico convergen: los enfoques definen el horizonte, las capacidades determinan lo posible y las prácticas materializan la transformación. Un diagnóstico de capacidades es, en consecuencia, la condición de posibilidad para el diseño de prácticas innovadoras viables.

Autopercepción y desempeño: la brecha como categoría analítica

La quinta categoría atraviesa a las anteriores y constituye el eje analítico del diagnóstico. La investigación sobre competencia digital ha documentado de manera reiterada una discrepancia entre la competencia que los actores educativos se atribuyen y la que demuestran en situaciones de desempeño observado. Los estudios que han comparado ambas medidas de forma simultánea encuentran que la brecha se amplía en determinadas áreas y perfiles, particularmente en el desarrollo de la competencia digital del alumnado y entre docentes de mayor edad o de determinadas disciplinas.



Desde el punto de vista teórico, este fenómeno se relaciona con los procesos de autoeficacia y metacognición. Una autoeficacia elevada favorece la disposición a asumir desafíos, pero cuando no se corresponde con el dominio efectivo puede operar como barrera para el reconocimiento de las propias necesidades formativas. La consecuencia práctica es relevante: los programas de desarrollo profesional que se diseñan a partir de autodiagnósticos corren el riesgo de atender las necesidades percibidas en lugar de las necesidades reales.

Por esta razón, el presente proyecto incorporó medidas objetivas y de autopercepción en ambos instrumentos, y adoptó la brecha entre ambas como categoría de análisis explícita. Los resultados que se presentan más adelante confirman su pertinencia: la distancia entre lo percibido y lo demostrado emerge como el hallazgo transversal a las dos poblaciones estudiadas.

Marco Conceptual

A continuación se precisan los conceptos operativos que se emplean de manera recurrente en el proyecto y cuyo significado requiere delimitación para efectos del análisis.

- **Capacidad digital.** Conjunto de conocimientos y habilidades que permiten a un sujeto utilizar tecnologías digitales de forma crítica y con propósito. Se distingue de la mera alfabetización instrumental por incorporar la dimensión de uso con sentido pedagógico o resolutivo.
- **Pensamiento computacional.** Proceso de razonamiento orientado a formular problemas y expresar sus soluciones de modo que puedan ser ejecutadas por un agente de procesamiento. Comprende descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño algorítmico.
- **Estudio diagnóstico de línea base.** Investigación de carácter descriptivo y transversal cuyo propósito es establecer el estado inicial de una o más variables en una población determinada, con el fin de servir como punto de comparación para intervenciones posteriores.
- **Brecha autopercepción-desempeño.** Diferencia cuantificable entre el nivel de competencia que un sujeto se atribuye mediante autoevaluación y el que demuestra en una



prueba objetiva aplicada bajo las mismas condiciones. En este proyecto se expresa en puntos porcentuales.

- **Práctica educativa innovadora.** Configuración de la enseñanza que introduce cambios deliberados y sostenibles en los modos de aprender, orientados a la mejora de los aprendizajes y a la equidad, con independencia de la novedad tecnológica de los recursos empleados.
- **Nivel básico y nivel aplicado del pensamiento computacional.** Distinción operativa adoptada en este proyecto. El nivel básico agrupa tareas de secuenciación, reconocimiento de patrones y depuración de errores; el nivel aplicado agrupa tareas de interpretación y selección de estructuras de control en contextos de programación de dispositivos.

Marco Legal y Normativo

El proyecto se inscribe en el siguiente entramado normativo, que sustenta tanto la pertinencia de la formación en competencias digitales como las condiciones de tratamiento de la información recolectada.

Tabla 2

Matriz normográfica aplicable al proyecto

Ley o norma	Año	Descripción general	Aplicabilidad para el proyecto
Ley 115, Ley General de Educación	1994	Establece los fines de la educación colombiana y define la formación en ciencia y tecnología como objetivo de la educación media.	Fundamenta la pertinencia curricular del fortalecimiento de capacidades STEM en el nivel de media.
Ley 1341	2009	Define principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones.	Sustenta el marco de política pública en el que se inscribe la apropiación tecnológica escolar.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Ley o norma	Año	Descripción general	Aplicabilidad para el proyecto
Ley 1581 y Decreto 1377	2012 - 2013	Régimen general de protección de datos personales y sus disposiciones reglamentarias sobre autorización y tratamiento.	Rige el manejo confidencial de los datos de docentes y estudiantes recolectados mediante los instrumentos.
Ley 1620	2013	Sistema Nacional de Convivencia Escolar; incluye disposiciones sobre el uso responsable de entornos digitales.	Orienta el componente de ciudadanía digital de las prácticas innovadoras propuestas.
Documento Visión STEM+ Colombia (MEN)	2022	Define la orientación nacional para la educación STEM y la incorporación de tecnologías emergentes en la escuela.	Alinea el proyecto con la política sectorial vigente en materia de educación STEM.

Nota. Elaboración propia a partir de la normatividad colombiana vigente.



Marco Metodológico

Categorización de la Realidad Educativa

Las categorías de análisis que estructuran el proyecto se derivan de los tres componentes del título y se operacionalizan de la siguiente manera. La categoría enfoques comprende los marcos conceptuales y de política que orientan la transformación digital, y se aborda mediante revisión documental. La categoría capacidades comprende dos subcategorías: las capacidades docentes, medidas a través del conocimiento disciplinar y pedagógico y de la autopercepción de competencias profesionales; y las capacidades estudiantiles, medidas a través del desempeño en pensamiento computacional y de la autopercepción de habilidades para resolver problemas. La categoría prácticas innovadoras se aborda de manera prospectiva, como derivación de los hallazgos diagnósticos.

Enfoque y Tipo de Investigación

El proyecto adopta un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo. Se trata de una investigación aplicada, en tanto se orienta a la resolución de un problema concreto en un contexto institucional determinado, y de diseño no experimental y transversal, dado que las variables se midieron en su estado natural y en un único momento temporal, sin manipulación ni seguimiento longitudinal. El tipo de estudio corresponde a un diagnóstico de línea base, modalidad pertinente cuando el propósito es establecer el punto de partida que servirá de referencia para intervenciones posteriores.

Esta definición metodológica delimita con precisión el alcance de las conclusiones: el estudio describe y contrasta, pero no establece relaciones causales ni evalúa efectos de intervención alguna, por cuanto la fase de implementación pedagógica corresponde a un momento posterior del proceso, declarado en la visión prospectiva.

Población y Muestra

La población está constituida por la comunidad educativa de una institución oficial del sur del departamento del Magdalena. Se trabajó con dos muestras intencionales de carácter censal respecto de sus respectivos subgrupos de interés.



- **Docentes.** Cinco docentes vinculados a las áreas STEM, correspondientes a la totalidad del profesorado de dichas áreas en la institución. Cuatro de ellos orientan los grados décimo y undécimo, y uno los grados sexto a noveno. Las asignaturas representadas son Física, Tecnología e Informática, Ciencias Naturales y Matemáticas, esta última con dos docentes.
- **Estudiantes.** Veintidós estudiantes de grado décimo, correspondientes al grupo con el que se proyecta desarrollar la fase de intervención. La totalidad del grupo respondió el instrumento, alcanzando una cobertura completa.

Dado el tamaño reducido de ambas muestras, y particularmente el de la muestra docente, los resultados se interpretan en clave de estudio de caso institucional. No se realizan pruebas de inferencia estadística ni se pretende generalizar los hallazgos a otras poblaciones; su valor reside en la caracterización precisa del contexto de intervención y en la replicabilidad de los instrumentos.

Técnicas e Instrumentos de Recolección

Se diseñaron dos instrumentos propios, ambos de aplicación digital y autoadministrados, cuya construcción se fundamentó en los marcos de referencia expuestos.

Instrumento 1. Evaluación integral STEM para docentes

Aplicación web desarrollada para este proyecto y desplegada en un servicio de alojamiento estático. El instrumento consta de treinta ítems distribuidos en dos componentes. El primero es una prueba objetiva de conocimientos disciplinares y pedagógicos, integrada por quince preguntas de opción múltiple con única respuesta correcta, organizadas en cinco categorías —Ciencia, Matemáticas, Tecnología, Ingeniería e Integración STEM— con tres ítems por categoría. El segundo es una autoevaluación de competencias profesionales, integrada por quince ítems en escala tipo Likert de cuatro niveles, organizados en cinco dimensiones —dominio disciplinar, competencias pedagógicas, integración interdisciplinaria, innovación y resolución, y pensamiento computacional— con tres ítems por dimensión. Ambos componentes se expresan en una escala porcentual de cero a cien para permitir su comparación directa.



Instrumento 2. Diagnóstico inicial de pensamiento computacional y tecnología

Cuestionario estructurado administrado mediante formulario en línea, organizado en seis secciones. La primera recoge datos generales de identificación. La segunda indaga intereses académicos mediante cinco ítems de elección forzada entre una opción de orientación tecnocientífica y otra de orientación humanística o artística. La tercera recoge la autopercepción de capacidades mediante seis afirmaciones en escala de uno a cinco. Las secciones cuarta y quinta constituyen la prueba objetiva de pensamiento computacional, con seis ítems de nivel básico y tres de nivel aplicado, respectivamente, formulados como situaciones contextualizadas de opción múltiple. La sexta sección recoge opiniones sobre la utilidad atribuida al pensamiento computacional, la participación previa en actividades afines y el interés en aprender con inteligencia artificial y microcontroladores, e incluye una pregunta abierta de justificación.

Validación de los Instrumentos

La validación se abordó mediante tres procedimientos. En primer lugar, se aplicó validez de contenido por correspondencia teórica: cada ítem fue derivado de las dimensiones establecidas en los marcos de referencia adoptados, verificando que cada dimensión contara con al menos tres reactivos. En segundo lugar, en el instrumento estudiantil se estableció y verificó la clave de respuestas correctas mediante resolución independiente de cada situación problema, procedimiento necesario dado que los ítems fueron contextualizados y adaptados. En tercer lugar, se realizó una revisión de consistencia técnica de los aplicativos, en la que se identificó y corrigió una discrepancia entre el número de ítems anunciado y el número efectivamente presentado en una versión preliminar del instrumento docente, ajuste documentado como parte de la trazabilidad del proceso.

Se reconoce como limitación que no se realizó validación por juicio de expertos externos ni análisis de consistencia interna mediante coeficientes estadísticos, procedimientos que se recomiendan para versiones posteriores de los instrumentos y que se consignan en la visión prospectiva.



Técnicas de Análisis de la Información

El análisis se realizó mediante estadística descriptiva. Para las variables de desempeño se calcularon medias aritméticas, desviaciones estándar, valores mínimos y máximos, y porcentajes de acierto por ítem y por categoría. Para las variables de autopercepción se calcularon medias por dimensión y su conversión a escala porcentual, con el fin de permitir la comparación con las medidas objetivas. Las variables nominales de intereses y opinión se analizaron mediante distribuciones de frecuencia absoluta y relativa. Finalmente, se calculó la diferencia en puntos porcentuales entre las medidas de autopercepción y de desempeño, operacionalizando así la categoría de brecha.

El procesamiento se realizó con hojas de cálculo y con rutinas de análisis en lenguaje Python mediante la librería pandas, y los resultados se organizaron en tablas y figuras según las normas de presentación APA en su séptima edición.

Procedimiento

El proyecto se desarrolló en cuatro fases. La primera, de fundamentación, comprendió la revisión documental y la definición de las categorías de análisis. La segunda, de diseño, abarcó la construcción de los dos instrumentos y su verificación técnica. La tercera, de aplicación, se ejecutó durante el primer semestre de 2026: el instrumento docente fue respondido el 22 de abril y el instrumento estudiantil durante el mes de junio. La cuarta, de sistematización y análisis, comprendió la calificación de las respuestas, el cálculo de los estadísticos descriptivos y la elaboración de las tablas y figuras que se presentan en el apartado siguiente.

Producto o Resultado Esperado

El producto del proyecto es un diagnóstico institucional documentado sobre las capacidades digitales y de pensamiento computacional de docentes y estudiantes, acompañado de dos instrumentos replicables y de un conjunto de orientaciones derivadas de la evidencia para el diseño de prácticas educativas innovadoras.



Matriz de Interesados y Beneficiarios

Tabla 3

Matriz de interesados y beneficiarios del proyecto

Grupo de interesados	Intereses y expectativas	Problemas previstos	Predisposición	Estrategia
Docentes de áreas STEM	Conocer su nivel de competencia y acceder a formación pertinente.	Reticencia a ser evaluados; temor a la exposición de resultados individuales.	Solidaria	Garantizar confidencialidad y presentar los resultados de forma agregada y no punitiva.
Estudiantes de educación media	Participar en experiencias tecnológicas significativas y pertinentes.	Desconocimiento previo del pensamiento computacional; percepción de la prueba como calificable.	Comprometida	Aclarar el carácter no evaluativo del instrumento y vincular los resultados a actividades de su interés.
Directivos institucionales	Contar con información para la toma de decisiones curriculares.	Disponibilidad limitada de tiempo institucional para la aplicación.	Neutral	Presentar el diagnóstico como insumo de planeación y no como auditoría.
Familias y comunidad	Que los estudiantes desarrollen capacidades pertinentes para su futuro.	Escasa familiaridad con el concepto de pensamiento computacional.	Ambivalente	Socializar los hallazgos en lenguaje accesible y vincularlos a oportunidades formativas.
Universidad y línea de investigación	Producir conocimiento transferible sobre capacidades digitales en contextos oficiales.	Tamaño reducido de las muestras.	Comprometida	Declarar con transparencia el alcance del estudio y priorizar la replicabilidad



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Grupo de interesados	Intereses y expectativas	Problemas previstos	Predisposición	Estrategia
				de los instrumentos.

Nota. Elaboración propia.



Resultados y Análisis de Resultados

Este apartado presenta los hallazgos del diagnóstico aplicado a las dos poblaciones. Se organiza en tres momentos: los resultados correspondientes al cuerpo docente, los correspondientes a los estudiantes y, finalmente, el análisis transversal que articula ambos conjuntos de evidencia en torno a la categoría de brecha entre autopercepción y desempeño.

Resultados del Diagnóstico Docente

El instrumento fue respondido por los cinco docentes de las áreas STEM el 22 de abril de 2026. En términos globales, el grupo obtuvo una puntuación integral promedio de 82,4 % (DE = 7,1), con un rango comprendido entre 71 % y 90 %. Este resultado se descompone en un promedio de 78,8 % (DE = 11,1) en el componente de conocimientos y de 86,0 % (DE = 9,5) en el de competencias autopercebidas. La autoevaluación se situó, en promedio, 7,2 puntos porcentuales por encima del desempeño objetivo.

El análisis desagregado por categorías revela que este promedio global oculta una heterogeneidad considerable. La Tabla 4 presenta el desempeño en cada una de las cinco categorías evaluadas.

Tabla 4

Desempeño docente en conocimientos STEM por categoría (n = 5)

Categoría	Media (%)	DE	Nivel
Tecnología	93,4	14,8	Excelente
Ingeniería	93,4	14,8	Excelente
Matemáticas	86,8	18,1	Avanzado
Integración STEM	86,8	18,1	Avanzado
Ciencia	33,2	23,7	Crítico
Global conocimientos	78,8	11,1	Avanzado

Nota. DE = desviación estándar. Elaboración propia a partir de los resultados del instrumento.

El dato más relevante es la caída pronunciada en la categoría Ciencia, que con un promedio de 33,2 % se sitúa sesenta puntos por debajo de las categorías mejor evaluadas. No se trata de un caso aislado: cuatro de los cinco docentes obtuvieron 33 % o menos en esta categoría, lo que indica

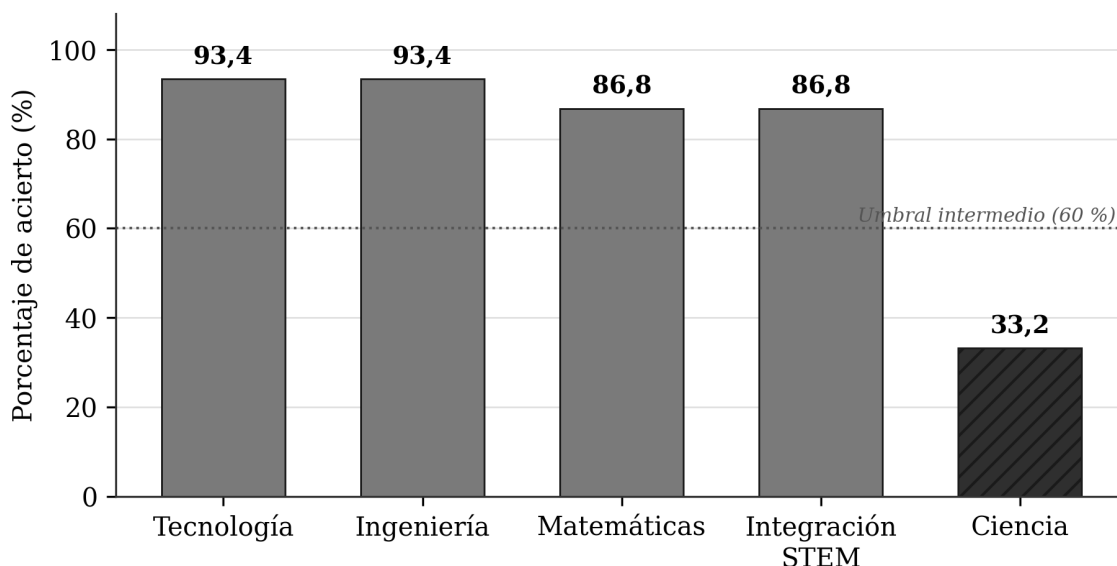


una debilidad compartida por el grupo. La elevada desviación estándar confirma además una notable dispersión en las respuestas. Este hallazgo señala la enseñanza de las ciencias naturales como el área prioritaria de fortalecimiento, y resulta particularmente significativo si se considera que uno de los docentes participantes orienta precisamente esa asignatura.

La Figura 2 permite dimensionar visualmente esta asimetría, que resulta menos evidente en la presentación tabular.

Figura 2

Desempeño docente en conocimientos STEM por categoría



Nota. $n = 5$. La categoría Ciencia se destaca mediante trama por constituir el punto crítico del diagnóstico. Elaboración propia.

El panorama cambia sustancialmente al examinar el componente de autoevaluación. La Tabla 5 presenta los promedios por dimensión de competencia.

Tabla 5

Autopercepción docente de competencias profesionales por dimensión ($n = 5$)

Dimensión	Media (%)	DE	Nivel
Competencias pedagógicas	91,8	6,0	Excelente
Dominio disciplinar	86,6	9,6	Avanzado



Dimensión	Media (%)	DE	Nivel
Integración interdisciplinaria	85,0	13,7	Avanzado
Pensamiento computacional	84,8	9,2	Avanzado
Innovación y resolución	81,6	12,2	Avanzado
Global competencias	86,0	9,5	Avanzado

Nota. DE = desviación estándar. Elaboración propia a partir de los resultados del instrumento.

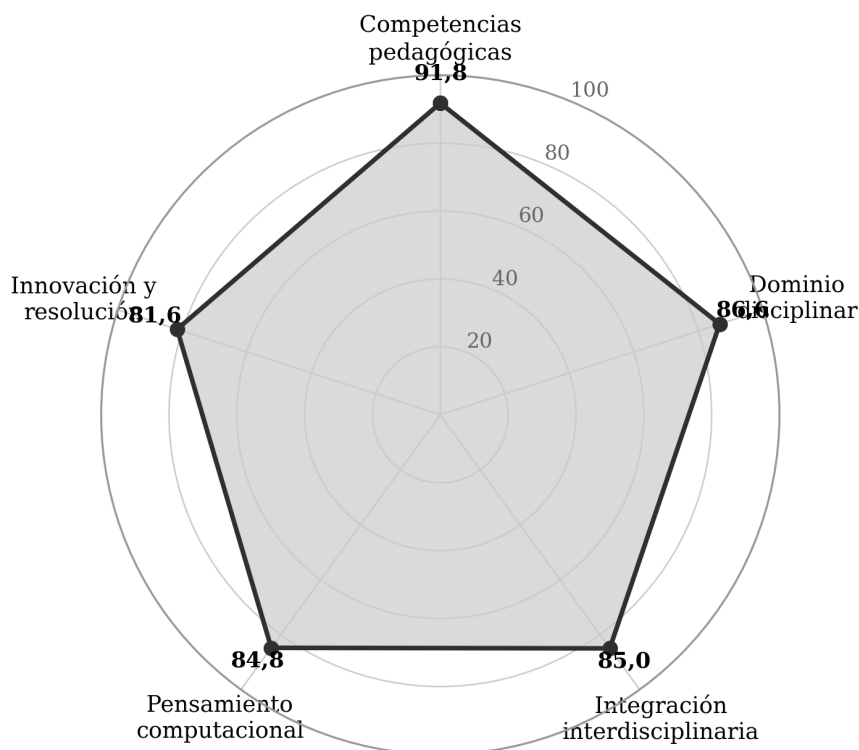
A diferencia del componente objetivo, los resultados de autopercepción son altos y homogéneos: todas las dimensiones superan el 81 % y la dispersión es menor. Resulta especialmente significativo que la dimensión de dominio disciplinar alcance 86,6 % de autopercepción, mientras el desempeño objetivo en Ciencia se sitúa en 33,2 %. De igual modo, la dimensión de pensamiento computacional se autoevalúa en 84,8 %, sin que el instrumento recoja evidencia objetiva que respalde ese nivel de dominio.

La Figura 3 representa el perfil de autopercepción del grupo. Su contraste con la Figura 2 resulta elocuente: mientras el desempeño objetivo dibuja un perfil irregular con una caída pronunciada, la autopercepción describe una figura regular y uniformemente alta.



Figura 3

Perfil de autopercepción docente de competencias profesionales



Nota. n = 5. Escala Likert de cuatro niveles convertida a porcentaje. Elaboración propia.

Resultados del Diagnóstico Estudiantil

El cuestionario fue respondido por la totalidad del grupo de grado décimo, veintidós estudiantes, durante el mes de junio de 2026. El puntaje promedio en la prueba objetiva de pensamiento computacional fue de 62,6 % (DE = 20,7), con un rango muy amplio comprendido entre 11,1 % y 88,9 %, lo que evidencia una marcada heterogeneidad en el dominio inicial del grupo.

Al diferenciar por nivel de complejidad se observa una asimetría relevante: el desempeño en los ítems de nivel básico —secuencias, patrones y depuración— alcanzó 67,4 %, mientras que en los ítems de nivel aplicado —interpretación de estructuras de control en programación de microcontroladores— descendió a 53,0 %. Esta diferencia de más de catorce puntos confirma que



el manejo de las nociones fundamentales no se traduce automáticamente en capacidad de transferencia a situaciones complejas.

La Tabla 6 detalla el porcentaje de acierto en cada uno de los nueve ítems.

Tabla 6

Porcentaje de acierto por ítem de pensamiento computacional (n = 22)

Ítem	Nivel	% acierto
Reconstrucción de patrones (pulsera)	Básico	86,4
Interpretación de bucle en recorrido	Básico	81,8
Condicional doble con microcontrolador	Aplicado	81,8
Depuración de secuencia de órdenes	Básico	72,7
Secuenciación con restricciones	Básico	63,6
Abstracción de reglas de transformación	Básico	50,0
Interpretación de pictograma de datos	Básico	50,0
Interpretación de ciclo condicional	Aplicado	40,9
Evento de sonido con repetición	Aplicado	36,4

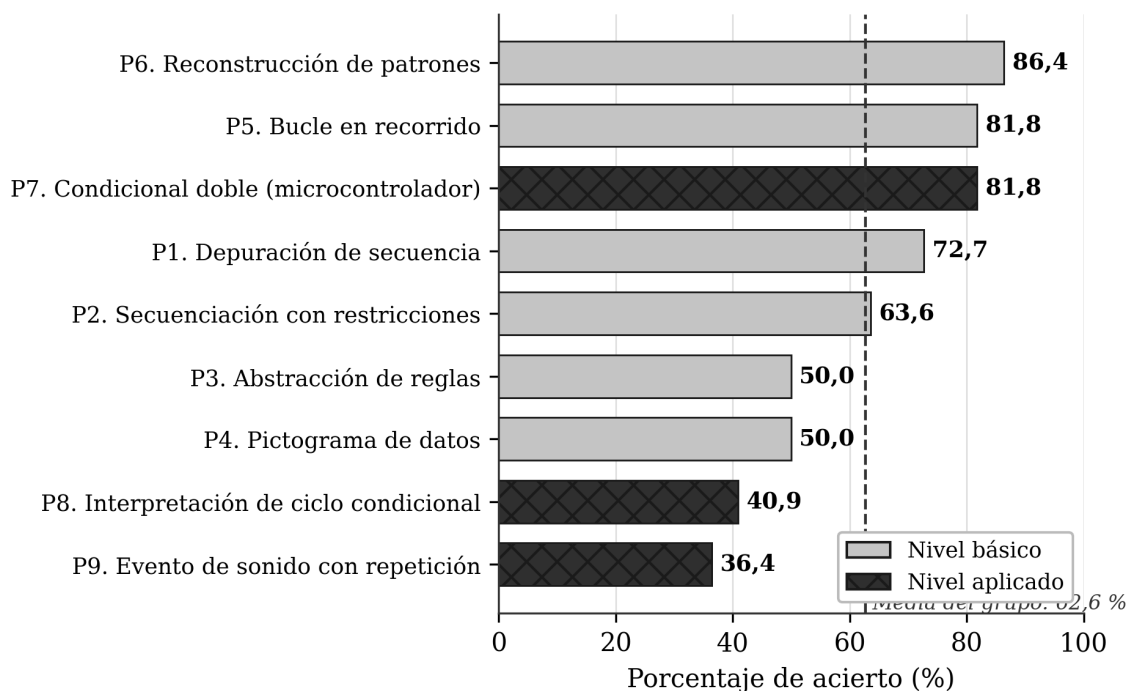
Nota. Ordenado de menor a mayor dificultad. Elaboración propia.

Los reactivos mejor resueltos corresponden al reconocimiento de patrones (86,4 %) y a la lectura de bucles sencillos (81,8 %). En el extremo opuesto, los dos ítems de menor desempeño exigen razonamiento sobre estructuras de control: la programación de un evento con repetición (36,4 %) y la interpretación de un ciclo condicional aplicado a un caso de calidad del aire (40,9 %). En este último, siete estudiantes interpretaron erróneamente que el programa ordenaba abrir y cerrar el centro de manera inmediata, lo que evidencia una dificultad específica con la lógica iterativa.



Figura 4

Porcentaje de acierto por ítem de pensamiento computacional según nivel de complejidad



Nota. n = 22. Los ítems de nivel aplicado se distinguen mediante trama. La línea discontinua señala la media del grupo. Elaboración propia.

La representación gráfica evidencia que los ítems de nivel aplicado tienden a concentrarse en la zona de menor desempeño, con la excepción del reactivo de condicional doble, cuya estructura resulta más próxima a los esquemas trabajados en el aula.

La distribución por niveles de desempeño, presentada en la Tabla 7, muestra una concentración marcada en el rango intermedio.

Tabla 7

Distribución de estudiantes por nivel de desempeño en pensamiento computacional

Nivel de desempeño	Estudiantes	% del grupo
Avanzado (80 % o más)	1	4,5
Intermedio (60 % a 79 %)	15	68,2
Básico (40 % a 59 %)	3	13,6



Nivel de desempeño	Estudiantes	% del grupo
Inicial (menos de 40 %)	3	13,6
Total	22	100,0

Nota. Elaboración propia.

Más de dos tercios del grupo se ubica en el nivel intermedio, lo que constituye una base favorable sobre la cual construir. El 27,2 % combinado en los niveles básico e inicial identifica, no obstante, un subgrupo que requerirá acompañamiento diferenciado en cualquier propuesta de intervención.

En cuanto a la autopercepción de capacidades, medida en escala de uno a cinco, el grupo se valoró favorablemente con una media global de 3,87. La afirmación mejor puntuada fue la disposición a intentar diferentes ideas hasta encontrar una solución, con 4,27, seguida de la seguridad al usar tecnología para aprender, con 4,00. Las valoraciones más bajas correspondieron a la capacidad de crear algo útil con tecnología (3,68) y a la identificación de la idea principal de un problema (3,73). Traducida a escala porcentual, esta media global equivale aproximadamente a 77,4 %, casi quince puntos por encima del desempeño objetivo obtenido.

El bloque de intereses académicos revela una orientación tecnológica predominante: el 77,3 % prefiere trabajar con computadores y tecnología frente a actividades artísticas o manuales, y el 68,2 % se proyecta diseñando o creando algo nuevo. No obstante, ante la elección de un club escolar el grupo se divide exactamente por mitades entre robótica, programación o ciencia y música, deportes o danza, lo que matiza esa inclinación y sugiere que el interés tecnológico convive con intereses diversos.

Finalmente, el bloque de opinión aporta los datos de mayor contundencia para justificar la intervención. El 95,5 % de los estudiantes considera que el pensamiento computacional le servirá para resolver problemas cotidianos y tomar mejores decisiones, y el 77,3 % manifiesta interés explícito en aprender a crear proyectos con inteligencia artificial y microcontroladores, porcentaje al que se suma un 18,2 % que responde de manera condicional. Sin embargo, el 40,9 % declara no haber participado nunca en actividades de pensamiento computacional dentro o fuera del colegio. Las justificaciones abiertas confirman esta lectura: los estudiantes expresan interés por comprender



el funcionamiento de los sistemas inteligentes y por aplicar ese conocimiento a su entorno, y varios mencionan explícitamente la ausencia de oportunidades previas de participación.

Análisis Transversal: la Brecha entre Capacidades Percibidas y Demostradas

El cruce de ambos diagnósticos permite identificar el hallazgo central del proyecto. La Tabla 8 sintetiza la comparación entre las medidas de desempeño y de autopercepción en las dos poblaciones.

Tabla 8

Contraste entre desempeño objetivo y autopercepción en ambas poblaciones

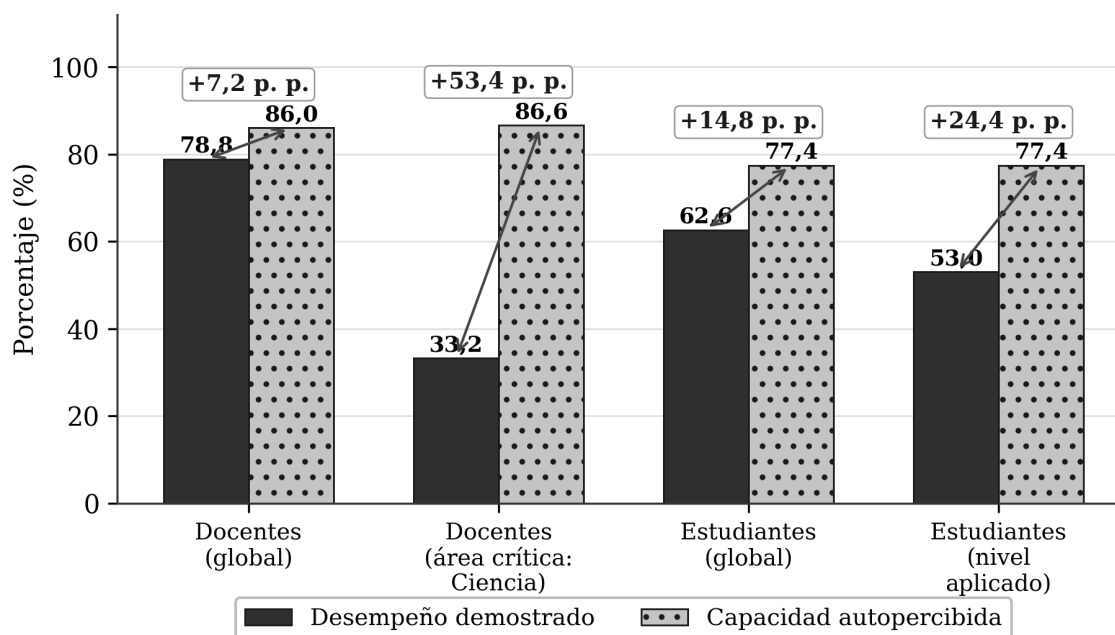
Población	Desempeño objetivo (%)	Autopercepción (%)	Brecha (p. p.)
Docentes (n = 5)	78,8	86,0	+7,2
Docentes, área crítica (Ciencia)	33,2	86,6	+53,4
Estudiantes (n = 22)	62,6	77,4	+14,8
Estudiantes, nivel aplicado	53,0	77,4	+24,4

Nota. p. p. = puntos porcentuales. Para docentes, el área crítica compara el desempeño en Ciencia con la autopercepción de dominio disciplinar. Para estudiantes, la autopercepción corresponde a la conversión de la escala de uno a cinco a escala porcentual. Elaboración propia.

La brecha es sistemática y opera en la misma dirección en ambas poblaciones: tanto docentes como estudiantes se atribuyen capacidades superiores a las que demuestran. Su magnitud, sin embargo, varía considerablemente. En el caso docente, la distancia global es moderada (7,2 puntos), pero se amplía de manera drástica al comparar el área crítica: los docentes reportan un dominio disciplinar de 86,6 % mientras su desempeño en conocimientos científicos alcanza apenas 33,2 %, una diferencia de 53,4 puntos porcentuales. En el caso estudiantil, la brecha global es de 14,8 puntos y se amplía a 24,4 al considerar únicamente las tareas de nivel aplicado.

Figura 5

Contraste entre desempeño demostrado y capacidad autopercibida en ambas poblaciones



Nota. p. p. = puntos porcentuales. La distancia entre ambas barras expresa la magnitud de la brecha en cada caso. Elaboración propia.

Este patrón coincide con lo reportado por la literatura sobre competencia digital, que documenta de manera reiterada la discrepancia entre competencia percibida y competencia real, así como su ensanchamiento en áreas específicas y en determinados perfiles disciplinares (Girón Escudero et al., 2019). El presente diagnóstico aporta evidencia de que el fenómeno no se restringe al profesorado, sino que se manifiesta también en la población estudiantil, y que se acentúa precisamente en las tareas de mayor complejidad.

Un segundo hallazgo transversal se refiere a la naturaleza específica de los vacíos identificados. En ambas poblaciones, las mayores dificultades no se localizan en el manejo instrumental de la tecnología —donde los resultados son favorables— sino en el razonamiento estructurado: en los docentes, el conocimiento científico conceptual; en los estudiantes, la interpretación de estructuras de control. Esto sugiere que las prácticas innovadoras pertinentes para esta institución no deberían orientarse prioritariamente a la alfabetización digital básica, sino al desarrollo del razonamiento lógico y científico mediado por tecnología.



Un tercer elemento de análisis lo constituye la asimetría entre disposición y experiencia. Los estudiantes manifiestan un interés muy elevado (95,5 % reconoce la utilidad del pensamiento computacional y 77,3 % desea aprender con inteligencia artificial y microcontroladores) frente a una experiencia previa casi inexistente (40,9 % nunca ha participado en actividades afines). Esta combinación configura un escenario favorable para la intervención, en tanto la principal barrera no es motivacional sino de oportunidad.

Finalmente, la articulación entre ambos diagnósticos revela una coherencia interna que refuerza la validez de los hallazgos. La dimensión de pensamiento computacional autoevaluada por los docentes (84,8 %) contrasta con el desempeño efectivo de sus estudiantes en esa misma capacidad (62,6 %), y de manera más acusada en el nivel aplicado (53,0 %). Sin establecer relaciones causales, que el diseño no permite, esta correspondencia sugiere que el fortalecimiento de las capacidades estudiantiles requiere atender simultáneamente las capacidades de quienes las median.



Conclusiones

El proyecto se propuso caracterizar las capacidades digitales y de pensamiento computacional de docentes y estudiantes de una institución educativa oficial, con el fin de derivar orientaciones para prácticas educativas innovadoras. A partir de los objetivos formulados, se concluye lo siguiente.

En relación con el primer objetivo, la revisión documental permitió establecer que la transformación digital educativa ha desplazado su eje desde la dotación tecnológica hacia el desarrollo de capacidades. Los marcos de referencia identificados, en particular el marco europeo de competencia digital docente y las propuestas de evaluación del pensamiento computacional, ofrecieron la estructura conceptual sobre la que se construyeron los instrumentos, lo que permitió que el diagnóstico se apoyara en categorías validadas internacionalmente y no en definiciones improvisadas.

Respecto del segundo objetivo, el diagnóstico docente evidenció un perfil marcadamente heterogéneo. El cuerpo docente muestra fortalezas sólidas en las categorías de Tecnología e Ingeniería (93,4 % en ambas) y en la dimensión de competencias pedagógicas (91,8 %), que constituyen un capital institucional aprovechable. Sin embargo, presenta una debilidad crítica y compartida en conocimientos científicos (33,2 %, con cuatro de cinco docentes en ese rango o por debajo), que se identifica como la prioridad de fortalecimiento más urgente.

En cuanto al tercer objetivo, los estudiantes de grado décimo alcanzaron un desempeño intermedio en pensamiento computacional (62,6 %), con una distribución concentrada en ese nivel (68,2 % del grupo) y una diferencia significativa entre el dominio de nociones básicas (67,4 %) y su transferencia a situaciones aplicadas (53,0 %). Las dificultades se localizan de manera precisa en el razonamiento sobre estructuras de control. Simultáneamente, el grupo manifiesta una disposición muy favorable hacia el aprendizaje tecnológico, acompañada de una experiencia previa prácticamente nula.

Sobre el cuarto objetivo, se concluye que existe una brecha sistemática entre las capacidades percibidas y las demostradas, presente en ambas poblaciones y en la misma dirección. Su magnitud alcanza 53,4 puntos porcentuales en el área crítica docente y 24,4 puntos en el nivel



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

aplicado estudiantil. Este hallazgo constituye el principal aporte del proyecto, por cuanto reorienta el sentido de las acciones formativas: no basta con ofrecer actualización de contenidos, sino que resulta necesario incorporar procesos de autoevaluación reflexiva que permitan a los actores calibrar con mayor precisión sus fortalezas y vacíos.

De manera transversal, el proyecto permite concluir que las necesidades formativas de esta institución no se sitúan en la alfabetización digital instrumental, donde los resultados son favorables, sino en el razonamiento estructurado —científico en el caso docente y algorítmico en el caso estudiantil— mediado por tecnología. Esta precisión resulta determinante para el diseño de cualquier propuesta posterior, pues una intervención centrada en el manejo de herramientas habría atendido una necesidad que los datos no respaldan.

Finalmente, se concluye que el diagnóstico cumplió su función de línea base. Los valores obtenidos constituyen puntos de comparación medibles frente a los cuales podrá evaluarse, en una fase posterior, el efecto de la intervención pedagógica proyectada, y los instrumentos desarrollados quedan disponibles para su replicación en otras instituciones con características similares.



Visión Prospectiva del Proyecto

Lecciones Aprendidas

- La aplicación simultánea de medidas objetivas y de autopercepción resultó ser la decisión metodológica de mayor rendimiento analítico, pues permitió identificar un fenómeno que ninguno de los dos tipos de instrumento habría revelado por separado.
- El diagnóstico previo modificó sustancialmente el enfoque de la intervención proyectada. La hipótesis inicial suponía una necesidad de alfabetización tecnológica; la evidencia mostró que el vacío se localiza en el razonamiento estructurado, lo que reorienta el diseño de las actividades.
- El uso de herramientas digitales gratuitas para la construcción y aplicación de los instrumentos demostró que es viable realizar diagnósticos rigurosos en instituciones con recursos limitados, sin depender de licencias comerciales.
- La verificación técnica de los aplicativos resultó indispensable. La discrepancia detectada entre el número de ítems anunciado y el efectivamente presentado en una versión preliminar del instrumento docente evidencia la necesidad de auditar los desarrollos propios antes de su aplicación.

Fortalezas

- Cobertura censal de ambas poblaciones de interés, lo que elimina el sesgo de selección dentro del contexto institucional estudiado.
- Instrumentos propios, contextualizados y replicables, contruidos sobre marcos de referencia reconocidos internacionalmente.
- Articulación de dos poblaciones complementarias en un mismo diseño diagnóstico, lo que permite una lectura sistémica de las capacidades institucionales.
- Obtención de una línea base cuantificada que habilita la evaluación posterior de impacto.



Oportunidades de Mejora

- El tamaño reducido de la muestra docente limita el alcance de las conclusiones y desaconseja cualquier pretensión de generalización.
- Los instrumentos requieren validación por juicio de expertos externos y análisis de consistencia interna mediante coeficientes estadísticos.
- El diagnóstico estudiantil se concentró en un único grado, por lo que no permite observar la progresión de la capacidad a lo largo del ciclo de educación media.
- La dimensión de pensamiento computacional docente se midió únicamente por autopercepción, sin contraparte objetiva, limitación que debería subsanarse en versiones posteriores del instrumento.

Recomendaciones

- Priorizar el fortalecimiento disciplinar en ciencias naturales dentro del plan de desarrollo profesional docente, por tratarse del vacío de mayor magnitud identificado.
- Incorporar componentes de autoevaluación reflexiva y retroalimentación en los procesos formativos, de modo que los docentes puedan contrastar su percepción con evidencia de desempeño.
- Orientar el diseño de actividades estudiantiles hacia el razonamiento sobre estructuras de control —ciclos, condicionales y eventos—, que concentran las mayores dificultades.
- Prever acompañamiento diferenciado para el 27,2 % de estudiantes ubicados en los niveles básico e inicial, con el fin de evitar que la intervención amplíe las diferencias existentes.
- Aprovechar la alta disposición estudiantil como factor movilizador, dado que la principal barrera identificada no es motivacional sino de oportunidad.

Ideas de Nuevos Proyectos

- Implementación y evaluación de una ruta progresiva de prácticas innovadoras con herramientas de inteligencia artificial accesibles y microcontroladores, utilizando la presente línea base como referencia de contraste.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

- Estudio longitudinal de la progresión del pensamiento computacional a lo largo de los grados de educación básica secundaria y media.
- Validación psicométrica formal de los dos instrumentos desarrollados, con miras a su aplicación en muestras ampliadas de instituciones oficiales.
- Investigación específica sobre la brecha entre autopercepción y desempeño en docentes de áreas científicas, línea abierta por los hallazgos de este diagnóstico.



Consideraciones Éticas

El desarrollo del proyecto se ajustó a los principios éticos que rigen la investigación con seres humanos en el ámbito educativo y a la normatividad colombiana sobre protección de datos personales, contenida en la Ley 1581 de 2012 y en el Decreto 1377 de 2013.

La participación de docentes y estudiantes fue voluntaria y se realizó con conocimiento previo del propósito del estudio. En el caso de los estudiantes, dada su condición de menores de edad, la aplicación del instrumento se realizó en el marco de las actividades institucionales autorizadas por las directivas del establecimiento educativo, y el cuestionario declaró de manera explícita en su encabezado que no tenía carácter calificable, con el fin de evitar cualquier presión asociada a la evaluación académica.

Los datos recolectados se emplearon exclusivamente para los fines académicos declarados. Aunque los instrumentos registraron datos de identificación para efectos de control de la aplicación y de trazabilidad, el tratamiento y la presentación de los resultados se realizaron de forma agregada, sin divulgar información individual que permita identificar a los participantes. En el presente documento no se reportan nombres, números de identificación ni resultados individualizados, y se omite la denominación específica de la institución educativa.

Se prestó especial atención al carácter no punitivo del diagnóstico docente. Los resultados fueron concebidos como insumo para la planeación formativa y no como instrumento de evaluación del desempeño profesional, condición que se comunicó a los participantes y que orientó la decisión de presentar los hallazgos únicamente de manera agregada.

Finalmente, el proyecto respetó los derechos de autor de las fuentes consultadas, citadas y referenciadas conforme a las normas de la American Psychological Association en su séptima edición, y declara la inexistencia de conflictos de interés que pudieran haber afectado la objetividad del análisis o la presentación de los resultados.



Referencias

- Arias Ortiz, E., Lustosa Rosario, A. C., Bar Ben Yaacov, C., Franco Segura, E., Botero, J., Brothers, P., Payva, T., y Spies, M. (2021). Transformación digital en la educación superior en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0003829>
- Banco Mundial. (2024). Innovaciones digitales en la educación en América Latina y el Caribe. Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/programs/educacion-america-latina-caribe/digital-transformation>
- Bustamante, R., y Camacho, A. (2024). Inteligencia artificial (IA) en las escuelas: una revisión sistemática (2019-2023). *Enunciación*, 29(1), 62-82.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Palacios-Rodríguez, A., y Llorente-Cejudo, C. (2020). Marcos de competencias digitales para docentes universitarios: su evaluación a través del coeficiente competencia experta. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(2).
- Cabero-Almenara, J., y Palacios-Rodríguez, A. (2020). Marco Europeo de Competencia Digital Docente «DigCompEdu». Traducción y adaptación del cuestionario «DigCompEdu Check-In». *EDMETIC*, 9(1), 213-234.
- Caena, F., y Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369. <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>
- Congreso de la República de Colombia. (1994, 8 de febrero). Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la Ley General de Educación. *Diario Oficial* No. 41.214.
- Congreso de la República de Colombia. (2009, 30 de julio). Ley 1341 de 2009. Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. *Diario Oficial* No. 47.426.



- Congreso de la República de Colombia. (2012, 17 de octubre). Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Diario Oficial No. 48.587.
- Congreso de la República de Colombia. (2013, 15 de marzo). Ley 1620 de 2013. Por la cual se crea el Sistema Nacional de Convivencia Escolar. Diario Oficial No. 48.733.
- Girón Escudero, V., Cózar Gutiérrez, R., y González-Calero Somoza, J. A. (2019). Análisis de la autopercepción sobre el nivel de competencia digital docente en la formación inicial de maestros y maestras. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 22(3), 193-218. <https://doi.org/10.6018/reifop.373421>
- Hernández Álvarez, W., Pérez Gutiérrez, B., y Cárdenas Salgado, F. (2024). Tecnología para el aprendizaje: robótica educativa y STEM en el desarrollo de competencias del siglo XXI. *Praxis*, 20(3), 635-652.
- Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación de la UNESCO. (2023). Educación y tecnologías digitales. Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina. https://siteal.iiep.unesco.org/eje/educacion_y_tic
- Ministerio de Educación Nacional. (2022). Documento Visión STEM+ Colombia. Gobierno de Colombia.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2020). Formación de 8.500 docentes en programación y pensamiento computacional. Gobierno de Colombia.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2023). Informe de conectividad e infraestructura tecnológica en instituciones educativas. Gobierno de Colombia.
- Molina Isaza, J. A. (2023). Aportes de la educación STEM a la enseñanza de las Ciencias en Colombia. *Ciencia Latina*, 7(3), 1520-1528.
- Organización de Estados Iberoamericanos. (2022). Programa Iberoamericano de Transformación Digital en Educación. OEI. <https://oei.int>



- Ortega Mendoza, J. D. (2022). Estudio de caso del desarrollo de Pensamiento Computacional en estudiantes de primaria con Micro:Bit. *Revista RUNIN*, 10(13), 63-68.
- Presidencia de la República de Colombia. (2013, 27 de junio). Decreto 1377 de 2013. Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012. *Diario Oficial* No. 48.834.
- Quiroz-Vallejo, D. A., Carmona-Mesa, J. A., Castrillón-Yepes, A., y Villa-Ochoa, J. A. (2021). Integración del Pensamiento Computacional en la educación primaria y secundaria en Latinoamérica: una revisión sistemática. *Revista de Educación a Distancia*, 21(68). <https://doi.org/10.6018/red.474021>
- Redecker, C., y Punie, Y. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Román-González, M. (2016). *Códigoalfabetización y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. Repositorio institucional e-Spacio UNED.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., y Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zapata-Ros, M. (2022). La evaluación del pensamiento computacional. *Revista de Educación a Distancia*.



Anexos

Se relacionan a continuación los productos y evidencias derivados del proyecto, disponibles como archivos independientes que acompañan este documento.

- **Anexo A.** Instrumento 1. Evaluación Integral STEM para Docentes. Se transcribe a continuación en su totalidad.
- **Anexo B.** Instrumento 2. Diagnóstico Inicial sobre Pensamiento Computacional y Tecnología en Estudiantes de Educación Media. Se transcribe a continuación en su totalidad.
- **Anexo C.** Clave de respuestas y criterios de calificación. Se incluye a continuación.
- **Anexo D.** Base de datos y análisis estadístico del diagnóstico docente (archivo de hoja de cálculo adjunto).
- **Anexo E.** Base de datos y análisis estadístico del diagnóstico estudiantil (archivo de hoja de cálculo adjunto).



Anexo A. Instrumento 1. Evaluación Integral STEM para Docentes

Instrumento de elaboración propia, desplegado como aplicación web de acceso individual. Consta de un formulario de registro y dos componentes de treinta ítems en total. El primer componente evalúa conocimientos mediante preguntas de opción múltiple con única respuesta correcta; el segundo recoge la autopercepción de competencias mediante escala tipo Likert de cuatro niveles, donde 4 corresponde al mayor grado de dominio y 1 al menor.

Datos de registro

Nombres y apellidos completos; número de identificación; grado que orienta (preescolar, 1.º a 5.º, 6.º a 9.º, 10.º a 11.º, o múltiples grados); asignatura principal; institución educativa.

Componente 1. Test de conocimientos disciplinares y pedagógicos (15 ítems)

La opción señalada en cursiva corresponde a la respuesta correcta.

Categoría: Ciencia

1. ¿Cuál es la unidad básica de la herencia en los seres vivos?

- a) Cromosoma
- b) Gen*
- c) ADN
- d) Proteína

2. En el método científico, ¿cuál es la diferencia entre una hipótesis y una teoría?

- a) No hay diferencia
- b) La hipótesis es más compleja
- c) La teoría está más respaldada por evidencia*
- d) La teoría es más reciente

3. ¿Cómo se relaciona la segunda ley de la termodinámica con los sistemas biológicos?

- a) No se relaciona
- b) Los seres vivos violan esta ley
- c) Los seres vivos mantienen orden usando energía externa*



d) Solo aplica a sistemas no vivos

Categoría: Matemáticas

4. ¿Qué estrategia pedagógica es más efectiva para enseñar conceptos matemáticos abstractos?

- a) Memorización de fórmulas
- b) Repetición de ejercicios
- c) *Uso de manipulativos y visualización*
- d) Lectura de teoremas

5. ¿Qué concepto matemático es fundamental para entender las funciones exponenciales?

- a) Suma repetida
- b) División
- c) *Multipliación repetida*
- d) Geometría

6. ¿Cuál es la importancia pedagógica de enseñar múltiples representaciones matemáticas?

- a) Confunde a los estudiantes
- b) Es innecesario
- c) Solo para estudiantes avanzados
- d) *Facilita la comprensión profunda y las conexiones*

Categoría: Tecnología

7. ¿Cuál es el principio fundamental del pensamiento computacional?

- a) Programación
- b) Uso de computadoras
- c) Algoritmos complejos
- d) *Descomposición de problemas*

8. ¿Cuál es la mejor manera de integrar la tecnología en el aula STEM?

- a) Usar tecnología en todas las clases



- b) Solo para presentaciones
- c) Para reemplazar libros
- d) *Como herramienta para resolver problemas reales*

9. ¿Qué consideración ética es más importante al enseñar inteligencia artificial?

- a) *Sesgo algorítmico y equidad*
- b) Eficiencia del código
- c) Velocidad de procesamiento
- d) Costo computacional

Categoría: Ingeniería

10. ¿Cuál es la primera etapa del proceso de diseño en ingeniería?

- a) *Identificar el problema*
- b) Construir el prototipo
- c) Probar la solución
- d) Elegir materiales

11. ¿Qué habilidad es más importante para desarrollar el pensamiento ingenieril en estudiantes?

- a) *Pensamiento crítico y resolución creativa*
- b) Memorización de fórmulas
- c) Uso de calculadoras
- d) Conocimiento de materiales

12. ¿Cuál es el rol de la sostenibilidad en el diseño ingenieril moderno?

- a) Es opcional
- b) Solo importante en proyectos ambientales
- c) *Consideración central en todo el proceso*
- d) Responsabilidad de otros

Categoría: Integración STEM

13. ¿Qué habilidad del siglo XXI es más importante en la educación STEM?



- a) Memorización
- b) Competencia individual
- c) Velocidad
- d) *Colaboración y comunicación*

14. ¿Cómo debe abordarse la diversidad en equipos de ingeniería estudiantil?

- a) No es importante
- b) Crear grupos homogéneos
- c) *Como fortaleza que mejora la innovación*
- d) Evitar diferencias

15. ¿Cuál es el elemento más importante en un proyecto STEM interdisciplinario exitoso?

- a) Tecnología avanzada
- b) Duración del proyecto
- c) Número de estudiantes
- d) *Conexiones auténticas entre disciplinas*

Componente 2. Autoevaluación de competencias profesionales (15 ítems)

Cada ítem se responde en escala de cuatro niveles, donde 4 representa el mayor grado de dominio o frecuencia y 1 el menor. Los ítems se agrupan en cinco dimensiones, con tres reactivos por dimensión.

Dimensión: Dominio disciplinar

- 16. ¿Con qué frecuencia actualizo mis conocimientos en las disciplinas STEM que enseño?
- 17. ¿Qué tan cómodo me siento explicando conceptos complejos de STEM?
- 18. ¿Puedo relacionar los contenidos STEM con aplicaciones del mundo real?

Dimensión: Competencias pedagógicas

- 19. ¿Con qué frecuencia utilizo metodologías activas (aprendizaje basado en proyectos, investigación)?
- 20. ¿Cómo adapto mi enseñanza a diferentes estilos de aprendizaje?



21. ¿Utilizo la evaluación formativa para ajustar mi enseñanza en tiempo real?

Dimensión: Integración interdisciplinaria

22. ¿Con qué facilidad conecto conceptos entre ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas?

23. ¿Diseño proyectos que requieren conocimientos de múltiples áreas STEM?

24. ¿Colaboro con docentes de otras disciplinas para crear experiencias integradas?

Dimensión: Innovación y resolución

25. ¿Qué tan efectivo soy fomentando la creatividad y el pensamiento divergente?

26. ¿Presento problemas abiertos sin una única solución correcta?

27. ¿Promuevo que mis estudiantes generen múltiples soluciones?

Dimensión: Pensamiento computacional

28. ¿Qué tan cómodo me siento enseñando programación y lógica computacional?

29. ¿Enseño a descomponer problemas complejos en partes más simples?

30. ¿Utilizo herramientas digitales y simulaciones para enseñar STEM?



Anexo B. Instrumento 2. Diagnóstico Inicial sobre Pensamiento Computacional y Tecnología

Instrumento de elaboración propia administrado mediante formulario en línea. Consta de veintidós ítems distribuidos en seis secciones. El encabezado del cuestionario declara explícitamente que la prueba no tiene calificación, con el fin de reducir la ansiedad evaluativa de los participantes.

Sección 1. Datos generales

1. Nombres y apellidos. 2. Curso o grado (9.º, 10.º u 11.º).

Sección 2. Intereses académicos

Instrucción: elige la opción que más te llame la atención.

3. Prefiero trabajar con:

- a) Computadores y tecnología
- b) Manualidades, arte o actividades creativas

4. Me veo en el futuro:

- a) Diseñando o creando algo nuevo
- b) Enseñando, ayudando o acompañando personas

5. Si pudiera elegir un club en el colegio, sería:

- a) Robótica, programación o ciencia
- b) Música, deportes o danza

6. Me emociono más cuando:

- a) Puedo resolver un desafío o acertijo
- b) Puedo expresarme libremente y compartir ideas

7. Me gustaría aprender:

- a) Cómo funcionan las máquinas y sistemas inteligentes
- b) Cómo mejorar la convivencia y ayudar en mi comunidad



Sección 3. Autopercepción frente a la resolución de problemas

8. Selecciona la opción que más se ajuste a tu caso para cada actividad, donde 1 indica que no te sientes capaz y 5 que sí te sientes capaz.

- Soy capaz de identificar la idea principal de un problema.
- Puedo dividir un problema grande en partes pequeñas para resolverlo mejor.
- Me gusta intentar diferentes ideas hasta encontrar una solución.
- Me siento seguro o segura usando tecnología para aprender.
- Puedo arreglar errores cuando algo no funciona como esperaba.
- Creo que puedo crear algo útil usando tecnología.

Sección 4. Pensamiento computacional, nivel básico

Instrucción: lee cada situación y elige la respuesta correcta.

9. Recorrido en cuadrícula: identificar en qué paso de una secuencia de órdenes se encuentra el error (opciones: paso A, B, C o D). Evalúa depuración.

10. Trayecto con restricciones: seleccionar la secuencia de instrucciones que permite recoger un objeto y evitar una casilla prohibida (opciones A a D). Evalúa secuenciación.

11. Sistema de máquinas transformadoras: determinar qué entrada debe modificarse para obtener un resultado dado (opciones A a D). Evalúa abstracción de reglas.

12. Pictograma de preferencias: calcular la diferencia entre dos categorías considerando que cada símbolo equivale a dos votos (opciones A a D). Evalúa interpretación de datos.

13. Recorrido con bucle: seleccionar el conjunto de órdenes con estructura de repetición que completa un trayecto (opciones A a D). Evalúa comprensión de ciclos.

14. Reconstrucción de patrón: identificar cómo era una secuencia de figuras antes de romperse (opciones A a D, más la opción “No sé”). Evalúa reconocimiento de patrones.



Sección 5. Pensamiento computacional, nivel aplicado

15. Control de temperatura con microcontrolador: seleccionar el programa que activa calefacción por debajo de quince grados y aire acondicionado por encima de veinticinco (opciones: programas 1 a 4). Evalúa condicionales anidados.
16. Índice de calidad del aire: interpretar un programa con estructura “mientras” y determinar la medida que describe (opciones A a D). Evalúa comprensión de ciclos condicionales.
17. Alerta sonora accesible: seleccionar el programa que hace parpadear un dispositivo seis veces al detectar un sonido fuerte (opciones: programas 1 a 4, más la opción “No sé”). Evalúa eventos y repetición.

Sección 6. Opinión

18. Completa la frase: el pensamiento computacional me servirá en el futuro para...

- a) Resolver distintos problemas del día a día y tomar mejores decisiones en mis estudios y trabajo.
- b) Programar o trabajar en informática.
- c) No creo que sea útil para mi futuro.
- d) No sé qué es el pensamiento computacional.

19. ¿Participas o has participado en actividades dentro o fuera del colegio donde aprendas y practiques pensamiento computacional?

- a) Sí, en el colegio.
- b) Sí, fuera del colegio.
- c) Sí, en ambos.
- d) No participo ni he participado en ninguna actividad relacionada.

20. ¿Te gustaría aprender a crear proyectos usando inteligencia artificial y microcontroladores?

- a) Sí
- b) No
- c) Tal vez
- d) No estoy seguro o segura



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

21. De la respuesta anterior, justifica el porqué. Explica por qué escogiste esa opción e indica tus motivos, intereses o dudas.

(Pregunta abierta de respuesta libre.)



Anexo C. Clave de Respuestas y Criterios de Calificación

Criterios generales

En los componentes objetivos, cada ítem se califica de forma dicotómica: un punto por respuesta correcta y cero por respuesta incorrecta u omitida. El puntaje de cada categoría o sección se obtiene como el cociente entre aciertos y total de ítems, expresado en porcentaje. En los componentes de autopercepción no existe respuesta correcta; el puntaje corresponde al promedio de las valoraciones, convertido a escala porcentual para permitir su comparación con las medidas objetivas.

Los niveles de desempeño se establecieron según los siguientes rangos: inicial, por debajo de 40 %; básico, de 40 % a 59 %; intermedio, de 60 % a 79 %; y avanzado, 80 % o más. Para el componente docente se añadió la categoría de excelente a partir de 90 % y se calificó como crítico todo desempeño inferior a 40 % en una categoría disciplinar.

Clave del Instrumento 1 (componente de conocimientos)

Tabla C1

Clave de respuestas del componente de conocimientos docentes

Ítem	Categoría	Respuesta correcta
1	Ciencia	Gen
2	Ciencia	La teoría está más respaldada por evidencia
3	Ciencia	Los seres vivos mantienen orden usando energía externa
4	Matemáticas	Uso de manipulativos y visualización
5	Matemáticas	Multiplicación repetida
6	Matemáticas	Facilita la comprensión profunda y las conexiones
7	Tecnología	Descomposición de problemas
8	Tecnología	Como herramienta para resolver problemas reales
9	Tecnología	Sesgo algorítmico y equidad
10	Ingeniería	Identificar el problema
11	Ingeniería	Pensamiento crítico y resolución creativa



Ítem	Categoría	Respuesta correcta
12	Ingeniería	Consideración central en todo el proceso
13	Integración STEM	Colaboración y comunicación
14	Integración STEM	Como fortaleza que mejora la innovación
15	Integración STEM	Conexiones auténticas entre disciplinas

Nota. Elaboración propia.

Clave del Instrumento 2 (pensamiento computacional)

Tabla C2

Clave de respuestas del componente de pensamiento computacional estudiantil

Ítem	Nivel	Capacidad evaluada	Respuesta correcta
9	Básico	Depuración de secuencias	Paso D
10	Básico	Secuenciación con restricciones	Opción A
11	Básico	Abstracción de reglas	La botella D debe ser blanca
12	Básico	Interpretación de datos	Cuatro estudiantes adicionales
13	Básico	Comprensión de ciclos	Opción D
14	Básico	Reconocimiento de patrones	Opción B
15	Aplicado	Condicionales anidados	Programa 3
16	Aplicado	Ciclos condicionales	Cerrar mientras la calidad sea mala, muy mala o extremadamente mala
17	Aplicado	Eventos y repetición	Programa 4

Nota. La numeración corresponde al orden de los ítems en el formulario. Elaboración propia.

La clave del Instrumento 2 fue establecida mediante resolución independiente de cada situación problema y verificada antes del procesamiento de los datos, procedimiento necesario dado que los reactivos fueron contextualizados y adaptados para la población participante.