


INVESTIGACIÓN  
E INNOVACIÓN  
EN INGENIERÍAS

# Análisis correlacional y minería educativa para evaluar el impacto de estrategias formativas en competencias de ingeniería en las pruebas Saber Pro

## Correlational analysis and educational data mining to evaluate the impact of educational strategies on engineering competencies in the Saber Pro exams

Angela Viviana-Gómez Azuero   
Universidad Mariana, Pasto, Colombia

Carlos-Ibarra   
Universidad Mariana, Pasto, Colombia

OPEN  ACCESS

Recibido: 06/05/2025

Aceptado: 05/02/2026

Publicado: 19/02/2026

Correspondencia:  
[avgomez@umariana.edu.co](mailto:avgomez@umariana.edu.co)

DOI:  
[10.17081/invinno.14.1.8174](https://doi.org/10.17081/invinno.14.1.8174)



Copyright 2026 by  
Investigación e Innovación en  
Ingenierías

### Resumen

**Objetivo:** Proponer y aplicar una metodología de análisis basada en datos para evaluar el impacto de estrategias pedagógicas en las competencias genéricas de ingeniería, tomando como caso de estudio el programa de Ingeniería Civil de la Universidad Mariana, con base en los resultados de las pruebas Saber Pro. **Metodología:** Se empleó un enfoque mixto con un diseño exploratorio y descriptivo. Se desarrolló un programa en Python para procesar datos históricos de siete cohortes. Se utilizaron coeficientes de correlación de Pearson para analizar la relación entre el tamaño de la cohorte y el desempeño, y correlación punto biserial para medir la efectividad de estrategias específicas (codificadas de forma binaria) sobre los puntajes promedio. **Resultados:** Se identificó una correlación negativa significativa entre el tamaño de la cohorte y el desempeño en Razonamiento Cuantitativo ( $r=-0.78$ ,  $p=0.037$ ). El análisis punto biserial reveló que estrategias como los cursos de ensayos argumentativos y simulacros gratuitos impactan positivamente en Comunicación Escrita ( $r=0.71$ ,  $p=0.076$ ). Por el contrario, las electivas disciplinares mostraron una correlación negativa significativa con el desempeño en Razonamiento Cuantitativo ( $r=-0.83$ ,  $p=0.021$ ). Se halló una alta interdependencia entre Razonamiento Cuantitativo e Inglés ( $r=0.88$ ). **Conclusiones:** La metodología propuesta demuestra que la minería de datos educativos permite identificar patrones de impacto institucional que los estudios convencionales omiten. Los resultados proporcionan una base científica para optimizar recursos y ajustar microcurrículos en programas de ingeniería.

**Palabras claves:** análisis correlacional, desempeño académico, estrategias educativas, minería de datos educativos, pruebas Saber Pro.

### Abstract

**Objective:** To propose and apply a data-driven analytical methodology to evaluate the impact of pedagogical strategies on the development of generic competencies in engineering, using the Civil Engineering program at Universidad Mariana as a case study, based on the results of the Saber Pro exams. **Methodology:** A mixed-methods approach with an exploratory and descriptive design was employed. A Python-based program was developed to process historical data from seven cohorts. Pearson correlation coefficients were used to analyze the relationship between cohort size and performance, while point-biserial correlation measured the effectiveness of specific strategies (binary coded) on average scores. **Results:** A significant negative correlation was identified between cohort size and performance in Quantitative Reasoning ( $r=-0.78$ ,  $p=0.037$ ). Point-biserial analysis revealed that strategies such as argumentative essay courses and free mock exams positively impact Written Communication ( $r=0.71$ ,  $p=0.076$ ). Conversely, disciplinary electives showed a significant negative correlation with performance in Quantitative Reasoning ( $r=-0.83$ ,  $p=0.021$ ). A high interdependence was found between Quantitative Reasoning and English ( $r=0.88$ ). **Conclusions:** The proposed methodology incorporates institutional formative variables that are often overlooked in conventional studies, broadening the scope of educational analysis and offering an innovative tool for data-driven decision-making.

**Keywords:** academic performance, correlational analysis, educational data mining, educational strategies, Saber Pro tests.

**Como citar (IEEE):** A. V. Gómez-Azuero and C. Ibarra "Análisis correlacional y minería educativa para evaluar el impacto de estrategias formativas en competencias de ingeniería en las pruebas Saber Pro", Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 14, no. 1, pp. 25-42, 2025, doi: 10.17081/invinno.14.1.8174

## 1. Introducción

En Colombia, el fortalecimiento de la calidad educativa ha sido una prioridad estratégica respaldada por lineamientos normativos como la Ley 1324 de 2009 y el Decreto 3963 del mismo año, los cuales sentaron las bases para estructurar un sistema nacional de evaluación de resultados educativos [1,2]. Este sistema tiene como objetivo promover una cultura evaluativa que permita monitorear el desempeño estudiantil e institucional, y orientar la toma de decisiones para el mejoramiento continuo del sistema educativo. Su implementación se basa en la aplicación de pruebas externas y exámenes de Estado diseñados bajo principios como la equidad, la objetividad, la comparabilidad, la pertinencia y la confidencialidad de la información individual.

Dentro de este marco, se han establecido dos evaluaciones clave: las pruebas Saber 11, dirigidas a estudiantes de educación media, y las pruebas Saber Pro, orientadas a quienes están culminando programas de pregrado. Estas últimas se han consolidado como un instrumento fundamental para valorar el nivel de formación alcanzado en competencias genéricas y específicas, así como para generar información estratégica que apoye la formulación de políticas educativas, la asignación de recursos y el diseño de planes de fortalecimiento institucional tanto en el ámbito nacional como territorial [3,4].

En particular, las pruebas saber pro se han convertido en una herramienta estratégica para promover la calidad en la educación superior, al ofrecer un referente comparativo entre programas e instituciones. Esta capacidad de análisis comparativo no solo fortalece los procesos de autorregulación y acreditación, sino que también incentiva la innovación curricular y la toma de decisiones basadas en evidencia dentro del ámbito universitario.

La importancia que han adquirido estas pruebas ha motivado el desarrollo de múltiples estudios académicos que abordan su análisis desde diversas perspectivas. Entre los temas más estudiados se encuentran el rendimiento de estudiantes [5,6,7,8,9,10], el impacto de variables sociodemográficas y académicas sobre los resultados [11,12,13], así como las relaciones entre los puntajes obtenidos en las pruebas Saber 11 y Saber Pro [14,15,16]. Otros estudios se han centrado en la identificación de brechas de desempeño por género [17] y los factores que inciden en el logro académico en estudiantes del país [18,19], la relación entre la práctica docente y las pruebas [20], y el impacto percibido por los estudiantes y el diseño de estrategias para mejorar la preparación en módulos específicos como razonamiento cuantitativo [21,22,23]. Asimismo, se han explorado percepciones generales sobre el impacto de las pruebas saber pro en los estudiantes.

En este mismo contexto, el avance de las tecnologías de la información ha favorecido la incorporación de técnicas de minería de datos y modelos estadísticos en la investigación educativa [24,25,26,27], lo que ha permitido analizar de forma más rigurosa y sistemática los grandes volúmenes de información generados por sistemas de evaluación como Saber Pro. Estas metodologías ofrecen ventajas sustanciales para descubrir patrones ocultos, establecer relaciones complejas entre variables, y desarrollar modelos predictivos capaces de anticipar comportamientos o resultados académicos. En este sentido, han surgido estudios que aplican herramientas de analítica de datos y aprendizaje automático para explorar los factores que inciden en el desempeño estudiantil, evaluar el impacto de políticas educativas, y proponer estrategias de mejora fundamentadas en evidencia cuantitativa y cualitativa [28,29,30].

Aunque la minería de datos ha sido empleada con éxito para analizar tendencias agregadas en los resultados de las pruebas Saber Pro, realizar comparaciones entre regiones o caracterizar el desempeño por áreas del conocimiento, persisten vacíos importantes en la literatura. En particular, si bien estas pruebas constituyen un indicador clave de la calidad educativa institucional, la mayoría de los estudios se centran en el rendimiento individual o en factores

asociados a los estudiantes, dejando de lado el análisis de las estrategias pedagógicas y curriculares implementadas por las universidades que podrían incidir en dichos resultados. Aunque algunas instituciones han adoptado medidas como la caracterización de perfiles estudiantiles, la realización de simulacros, la integración de competencias transversales en el currículo o el ofrecimiento de cursos de preparación, muchas de estas iniciativas carecen de mecanismos sistemáticos de seguimiento y evaluación que permitan valorar su efectividad. Esta ausencia de análisis integral limita la posibilidad de retroalimentar y optimizar las prácticas formativas con base en evidencia, lo que resalta la necesidad de investigaciones que aborden esta dimensión institucional con mayor profundidad.

En respuesta a esta necesidad, la incorporación de técnicas de minería de datos en el análisis educativo, especialmente en programas de ingeniería, ofrece una vía prometedora para cerrar esta brecha. Su capacidad para identificar patrones complejos, evaluar el impacto de intervenciones pedagógicas y generar insumos relevantes para la toma de decisiones permite no solo fortalecer la calidad de los procesos formativos, sino también avanzar hacia modelos educativos más eficaces, inclusivos y ajustados a las exigencias actuales del entorno académico y profesional.

Con base en esta perspectiva, el presente artículo busca contribuir al fortalecimiento de los procesos formativos en programas de ingeniería mediante un enfoque analítico que integra técnicas de minería educativa y análisis estadístico. Específicamente, se evalúa la relación entre la implementación de estrategias pedagógicas —como tutorías académicas, uso de recursos digitales, acompañamiento en competencias transversales y simulacros de evaluación— y los puntajes obtenidos por los estudiantes en las pruebas Saber Pro. Para ello, se recurre a un conjunto de herramientas metodológicas que incluye la correlación de punto biserial para analizar asociaciones entre variables cualitativas (participación en estrategias) y cuantitativas (puntajes por módulo), así como el uso de diagramas de dispersión, análisis de regresión y matrices de correlación de Pearson para explorar relaciones entre competencias, variaciones en el número de estudiantes por cohorte y comportamientos de desempeño promedio. El análisis de los datos fue realizado utilizando Python y sus bibliotecas especializadas en análisis de datos, como Pandas, NumPy y Matplotlib, lo que permitió una visualización precisa de los resultados y una interpretación más clara de las relaciones. Los resultados permiten identificar patrones de impacto asociados a las estrategias implementadas, así como tendencias temporales y relaciones entre competencias que ofrecen insumos valiosos para el diseño curricular, la toma de decisiones institucionales y la mejora continua basada en evidencia.

Como caso de estudio, se analizaron los datos del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad Mariana entre 2014 y 2024, periodo en el cual se implementaron diversas estrategias orientadas a fortalecer el desempeño en los componentes evaluados por el ICFES. La metodología adoptada se inscribe en un enfoque exploratorio con potencial para generar modelos más robustos en futuras investigaciones. Este estudio no solo aporta evidencia empírica sobre la efectividad de acciones formativas específicas, sino que además posiciona la minería educativa y análisis estadístico como herramientas de alto valor para el análisis de datos académicos en ingeniería.

### **1.1. Examen Saber Pro**

El examen Saber Pro es una prueba estandarizada que se aplica a nivel nacional para evaluar la calidad de la educación superior en Colombia. Está dirigido a estudiantes que están próximos a finalizar sus programas universitarios, y su propósito es medir las competencias adquiridas durante su formación.

La estructura del examen incluye dos tipos de competencias: las genéricas y las específicas. Las competencias genéricas abarcan cinco áreas comunes a todas las disciplinas: Lectura Crítica, Razonamiento Cuantitativo, Competencias Ciudadanas,

Comunicación Escrita e Inglés. Por su parte, las competencias específicas varían según el campo de estudio del estudiante, y evalúan conocimientos y habilidades particulares propios de cada programa académico [4]. La **Tabla 1** presenta una descripción de los principales aspectos evaluados en las competencias genéricas.

**Tabla 1.** *Competencias genéricas en Saber Pro y aspectos evaluados.*

Competencia Genérica	Aspectos Evaluados
Lectura Crítica	Capacidad para comprender, interpretar y evaluar textos argumentativos y expositivos.
Razonamiento Cuantitativo	Habilidad para resolver problemas que requieren interpretación y análisis de información numérica y gráfica.
Competencias Ciudadanas	Comprensión de normas, principios democráticos, derechos humanos, y capacidad para argumentar en contextos sociales y éticos.
Comunicación Escrita	Capacidad para organizar y expresar ideas de manera clara, coherente y adecuada en textos escritos.
Inglés	Comprensión de lectura en inglés, enfocada en vocabulario, estructuras gramaticales y sentido general del texto.

Fuente: *elaboración propia.*

## 1.2. Correlación de Pearson

En el campo de la estadística, el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) se emplea para estimar el grado de asociación lineal entre dos variables cuantitativas numéricas. A diferencia de otras medidas como la covarianza, esta correlación no se ve afectada por las unidades en las que se midan las variables, lo que permite comparar relaciones entre variables en diferentes escalas [31].

En términos generales, este coeficiente permite identificar si dos variables tienden a aumentar o disminuir conjuntamente de forma proporcional. Su cálculo se basa en los valores individuales de las dos variables y se expresa mediante la ecuación 1:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

donde  $n$  representa el tamaño de la muestra;  $x_i$  y  $y_i$ , son los valores individuales de las variables  $x, y$ ; y  $\bar{x}$  y  $\bar{y}$ , son sus respectivas medias. El numerador de la ecuación corresponde a la covarianza entre las dos variables, mientras que el denominador representa el producto de sus desviaciones estándar.

El valor de  $r$  se encuentra en un rango entre  $-1$  y  $1$ . Un valor cercano a  $1$  indica una correlación positiva fuerte; un valor cercano a  $-1$ , una correlación negativa fuerte; y un valor cercano a  $0$  sugiere ausencia de correlación lineal.

Para determinar si la correlación observada es estadísticamente significativa, se calcula el valor  $p$ . Si  $p$  es menor a  $0.05$ , se considera que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de no correlación. En cambio, si  $p$  es mayor a ese umbral, no se puede afirmar con certeza la existencia de una relación significativa. En síntesis, el valor  $p$  valida la pertinencia estadística del coeficiente de correlación obtenido.

## 1.3. Correlación Punto Biserial

La correlación punto-biserial es una medida estadística utilizada cuando se desea analizar la relación entre una variable cuantitativa continua y una variable dicotómica, es decir, aquella que solo puede asumir dos categorías, como por ejemplo "sí/no" o "presente/ausente". Esta técnica representa una adaptación del coeficiente de correlación de Pearson, aplicable en contextos donde no se cumplen todos los supuestos requeridos para una correlación lineal tradicional [32].

Este coeficiente permite identificar no solo la existencia de una relación entre ambas variables, sino también la intensidad y dirección de dicha asociación. Un valor positivo sugiere que, en promedio, la categoría codificada con un valor más alto en la variable dicotómica se asocia con mayores valores en la variable continua; mientras que un valor negativo indica lo contrario. Al igual que la correlación de Pearson, sus valores oscilan entre  $-1$  y  $1$ , donde los extremos reflejan asociaciones fuertes y el valor cercano a cero indica ausencia de relación.

Para evaluar si esta relación observada es estadísticamente significativa, se calcula un valor  $p$  asociado al coeficiente  $r$ . Si  $p$  es menor al umbral comúnmente aceptado (por ejemplo,  $0.05$ ), se considera que hay suficiente evidencia para afirmar que la relación entre ambas variables no es producto del azar. En cambio, un valor  $p$  alto sugiere que la asociación podría deberse a la variabilidad aleatoria de los datos.

La correlación punto-biserial es particularmente útil en estudios educativos y sociales donde se comparan resultados continuos (como puntajes o promedios) entre dos grupos diferenciados por una condición o estrategia (por ejemplo, estudiantes que participaron o no en una intervención pedagógica). Así, se convierte en una importante herramienta para analizar el impacto de variables categóricas en el rendimiento o desempeño.

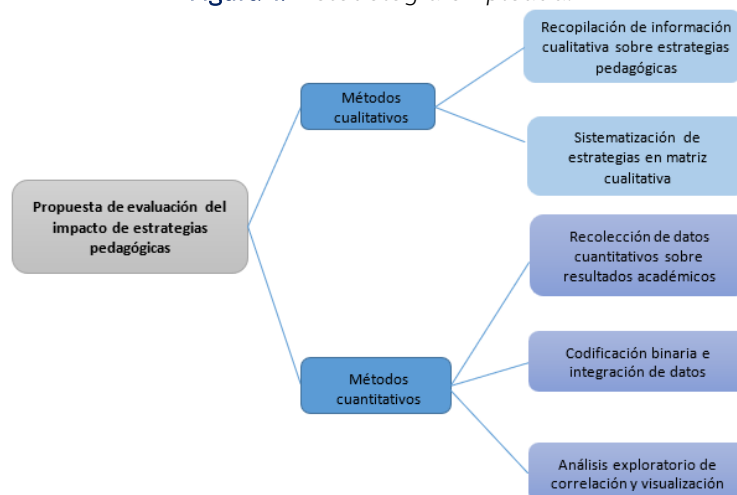
## 2. Metodología

### 2.1. Diseño

Para alcanzar los objetivos del estudio, se adoptó un diseño metodológico mixto con enfoque explicativo [33], que combina el análisis cualitativo de las estrategias pedagógicas implementadas con el análisis cuantitativo de los resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas Saber Pro. Este enfoque permite una comprensión integral del fenómeno, articulando la interpretación de las acciones institucionales con la medición de su posible impacto.

El paradigma de investigación es pragmático, dado que se integra información de diferentes fuentes para responder a una pregunta práctica: ¿qué efecto han tenido las estrategias pedagógicas en el desempeño de los estudiantes? La investigación se desarrolló a partir de un estudio de caso centrado en el programa de Ingeniería Civil, con una estrategia metodológica estructurada en etapas, como se muestra en la [Figura 1](#).

Figura 1. Metodología empleada.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la [Tabla 2](#), se presenta en detalle cada una de las etapas del estudio.

**Tabla 2. Resumen Metodológico del Estudio de Estrategias Pedagógicas y Desempeño Saber Pro**

Fase	Actividad	Descripción
1. Recopilación cualitativa	Análisis documental	Se revisaron actas, planes de mejora e informes de autoevaluación (2014–2024) para identificar estrategias enfocadas en el fortalecimiento de competencias Saber Pro.
2. Recolección cuantitativa	Obtención de resultados académicos	Se recolectaron los resultados históricos de las pruebas Saber Pro (2018–2024) por competencia y número de estudiantes por año.
3. Sistematización	Organización en matriz cualitativa	Se clasificaron las estrategias según variables como año, competencia, momento de aplicación, tipo y descripción.
4. Codificación e integración	Asignación de valores binarios	Se codificó cada estrategia como implementada (1) o no implementada (0) y se integró con la base de datos cuantitativa.
5. Análisis exploratorio	Cálculo de correlaciones y visualización	Se usó Python para analizar correlaciones entre estrategias y resultados por competencia y año, generando visualizaciones y patrones preliminares.
6. Evaluación de impacto	Propuesta metodológica	Se diseñó una propuesta para evaluar el impacto de las estrategias pedagógicas mediante análisis cuantitativos de variables cualitativas.

Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Participantes

Los participantes de este estudio son los estudiantes del programa de Ingeniería Civil que presentaron la prueba Saber Pro entre los años 2018 y 2024. El universo corresponde a todos los estudiantes que culminaron el programa durante ese periodo, mientras que la muestra se tomó de forma censal, es decir, se incluyeron todos los estudiantes registrados por el Icfes cada año. En total, se analizaron datos de siete cohortes anuales.

## 2.3. Instrumentos

Para el análisis cualitativo se empleó la técnica de revisión documental, a través de la cual se sistematizó la información sobre estrategias pedagógicas. En cuanto al análisis cuantitativo, se utilizó una matriz de datos construida con los puntajes obtenidos en Saber Pro, a los que se aplicaron procedimientos estadísticos como el cálculo de correlaciones.

La validez de los datos cualitativos fue garantizada mediante la triangulación de fuentes documentales internas. Por su parte, la confiabilidad de los datos cuantitativos está respaldada por la fuente oficial (Icfes) y la consistencia de los procedimientos de procesamiento y análisis implementados con código reproducible en Python.

## 3. Resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten ilustrar la aplicación de una metodología sistemática para analizar la relación entre estrategias pedagógicas implementadas y el desempeño estudiantil en las competencias genéricas evaluadas por el examen Saber Pro. Aunque el estudio se desarrolla en el contexto particular de un programa de Ingeniería Civil, su enfoque y estructura están diseñados para ser replicables en otros programas de ingeniería interesados

en fortalecer la calidad de sus procesos formativos a partir del análisis de datos longitudinales. La sistematización de las estrategias formativas aplicadas durante el periodo 2014–2024 constituye el punto de partida para examinar su evolución, caracterización y posible impacto sobre los resultados de aprendizaje.

En este sentido, en esta sección se presentan, en primer lugar, los resultados asociados a la implementación histórica de dichas estrategias, destacando su tipo, frecuencia y momento de aplicación. Posteriormente, se expone la relación temporal entre las estrategias aplicadas y los resultados obtenidos por competencia en cada cohorte, permitiendo observar posibles efectos acumulativos o sincrónicos. A continuación, se analizan las correlaciones estadísticas entre el número de estudiantes evaluados y los puntajes alcanzados, así como entre las diferentes competencias, con el fin de identificar relaciones significativas y patrones de comportamiento.

Finalmente, se incluye un análisis específico por competencia, en el cual se examina la relación entre los puntajes obtenidos y las estrategias aplicadas mediante la correlación punto biserial, lo cual aporta una mirada más fina sobre el impacto de las intervenciones formativas diferenciadas.

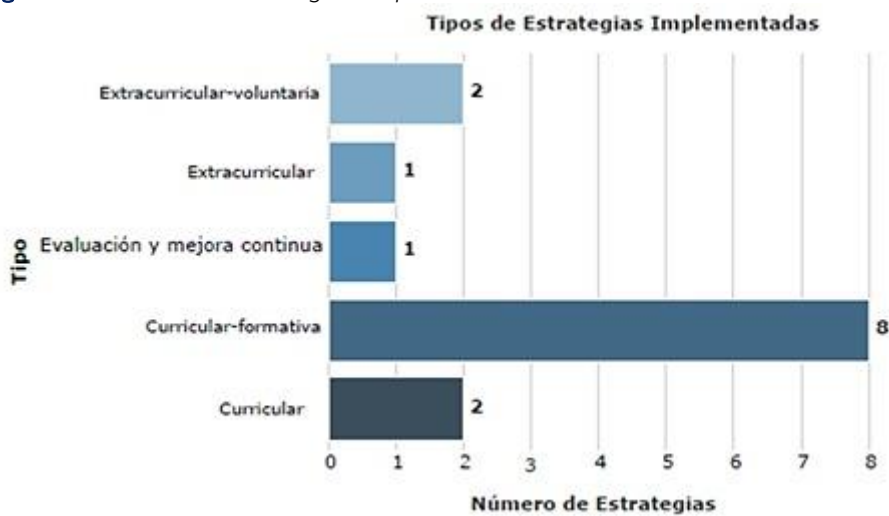
Estos hallazgos constituyen un insumo valioso para la toma de decisiones institucionales, orientadas a fortalecer las estrategias de enseñanza-aprendizaje y optimizar los procesos de preparación para las evaluaciones externas de calidad.

### 3.1. Implementación histórica de estrategias formativas

El fortalecimiento de las competencias transversales en estudiantes universitarios constituye un eje central en la formación integral y la preparación para el ejercicio profesional. En este contexto, el programa de Ingeniería Civil ha implementado, entre 2014 y 2024, un conjunto diverso de estrategias pedagógicas dirigidas a potenciar el desarrollo de habilidades clave como la lectura crítica, la comunicación escrita, el razonamiento cuantitativo, las competencias ciudadanas y el manejo del inglés, todas ellas evaluadas por el examen Saber Pro.

Estas estrategias fueron sistematizadas con base en su naturaleza: curricular, formativa, extracurricular o asociada a procesos de evaluación y mejora continua, así como en el momento del trayecto formativo en que se aplican: durante el desarrollo del plan de estudios, de manera transversal, o en etapas previas a la presentación del examen. En total, se identificaron 14 estrategias diferentes, con predominancia de aquellas de tipo curricular y formativo, implementadas de forma transversal o sostenida a lo largo de la carrera, como se muestra en la [Figura 2](#).

**Figura 2.** Número de estrategias implementadas de acuerdo con su naturaleza.



Fuente: elaboración propia.

Complementariamente, la [Tabla 3](#) describe de forma estructurada las estrategias registradas, detallando su denominación, descripción general, tipo, y momento de aplicación. Esta sistematización no solo permite una comprensión más clara del conjunto de intervenciones formativas, sino que además proporciona una base sólida para su análisis correlacional con los resultados obtenidos por los estudiantes en cada competencia.

**Tabla 3.** Estrategias implementadas para el fortalecimiento de competencias genéricas en el programa de Ingeniería Civil (2014–2024).

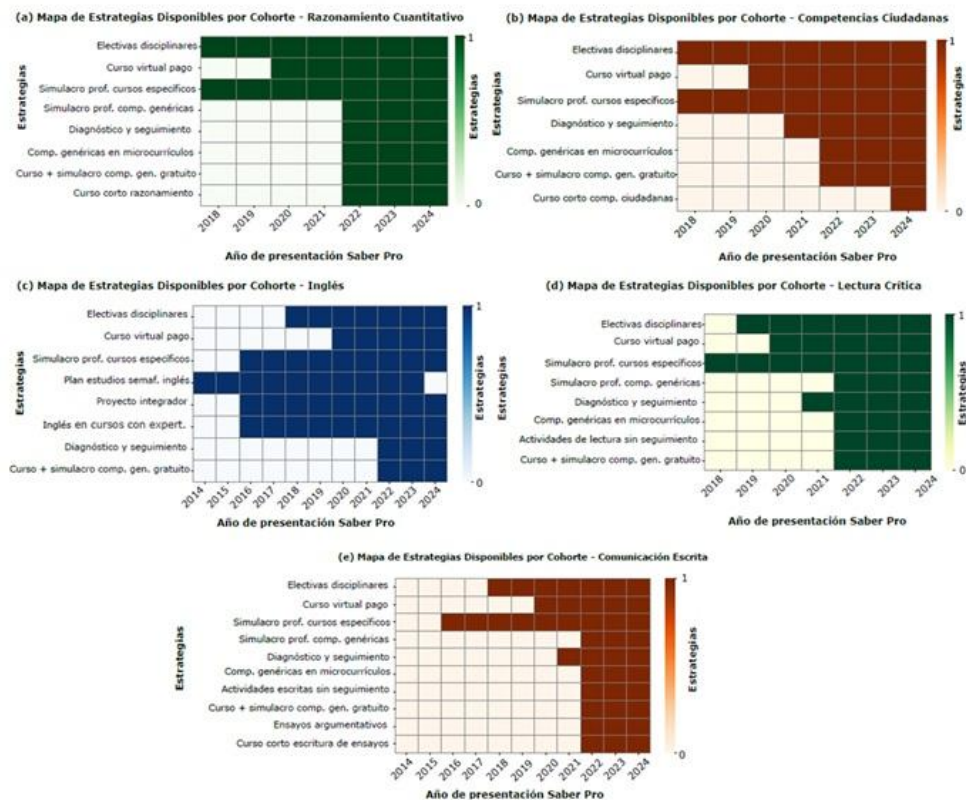
Estrategia	Descripción	Tipo	Momento de implementación
Electivas disciplinares	Electivas de primer a tercer semestre centradas en el desarrollo de competencias genéricas.	Curricular	Durante la carrera
Simulacros profesores (cursos específicos)	Simulacros diseñados por docentes del programa con preguntas tipo Saber Pro sobre sus cursos. Se aplicaban simulacros semestrales a estudiantes de todos los niveles.	Curricular – formativa	Durante la carrera
Simulacro (competencias genéricas)	Simulacros diseñados por los profesores del programa enfocados en las competencias genéricas del ICFES, dejando atrás el enfoque exclusivamente disciplinar.	Curricular – formativa	Durante la carrera
Competencias genéricas en micro currículos	Incorporación explícita de competencias genéricas en todos los micro currículos del programa.	Curricular – formativa	Transversal
Curso virtual pago	Curso en línea voluntario y pago por los estudiantes, con contenidos sobre competencias genéricas para preparación Saber Pro.	Extracurricular – voluntaria	Antes de la prueba
Curso corto de razonamiento, ciudadanas y escritura	Curso breve y gratuito con docentes del programa y/o profesionales externos, centrado en razonamiento, competencias ciudadanas y comunicación escrita.	Extracurricular – voluntaria	Antes de la prueba
Diagnóstico y seguimiento	Evaluación del desempeño de los estudiantes en las competencias genéricas y análisis del impacto de estrategias previas sobre los resultados.	Evaluación y mejora continua	Transversal
Curso + Simulacro competencias genéricas (gratuito)	Curso virtual y simulacros gratuitos (financiados por la Universidad) ofrecidos por un proveedor externo, aplicados a estudiantes de distintos niveles. Acompañamiento docente del programa.	Extracurricular	Durante la carrera
Plan de estudios con	Requisitos progresivos de inglés (A1 a B2 y curso de preparación)	Curricular	Durante la carrera

semáforo en inglés	para avanzar en el plan de estudios.		
Inglés en cursos con expertos	Cursos del plan de estudios ofrecidos parcialmente en inglés con docentes de área y de idioma.	Curricular – formativa	Durante la carrera
Proyecto integrador	Proyecto en inglés desde primer a quinto semestre, articulando todos los cursos. Evaluación en idioma y contenido.	Curricular – formativa	Durante la carrera
Actividades de lectura sin seguimiento	Lectura de un artículo académico en cada curso con formularios para evaluar comprensión. Enunciados más extensos en exámenes.	Curricular – formativa	Durante la carrera
Ensayos argumentativos	Escritura de ensayos en los cursos específicos del plan de estudios. Evaluación con rúbrica específica y seguimiento continuo.	Curricular – formativa	Durante la carrera
Actividades escritas sin seguimiento	Actividad escrita en cada curso para evaluar redacción y ortografía.	Curricular – formativa	Durante la carrera

Fuente: elaboración propia.

La organización presentada constituye un insumo estratégico tanto para el análisis de efectividad como para la toma de decisiones orientadas al mejoramiento continuo y a la replicabilidad de buenas prácticas en contextos similares.

Figura 3. Estrategias aplicadas por cada cohorte por competencia.



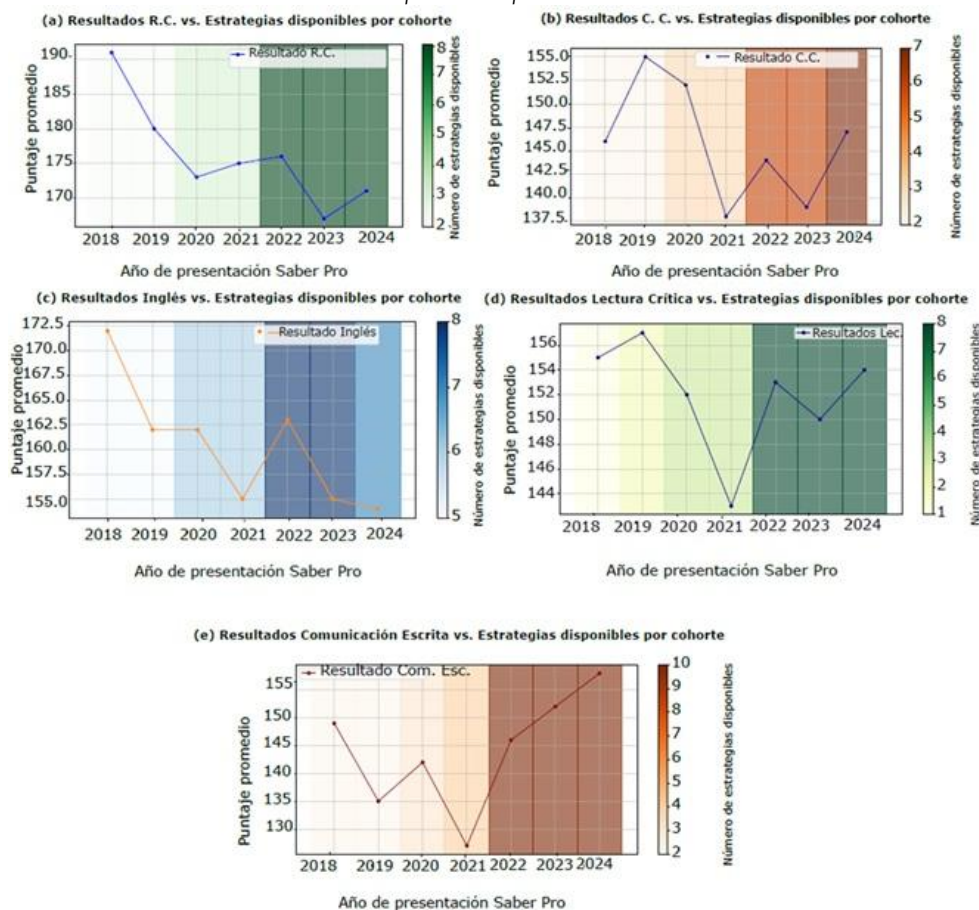
Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Relación temporal entre estrategias implementadas y desempeño por competencias

Con el objetivo de explorar posibles vínculos entre la implementación de estrategias pedagógicas y el desempeño estudiantil en las competencias genéricas evaluadas, la [Figura 3](#) muestra la distribución anual de dichas estrategias, desglosadas por competencia. Esta representación permite identificar momentos específicos en los que se introdujeron o reforzaron determinadas acciones formativas, generando condiciones diferenciadas de aprendizaje entre cohortes. Se destaca, además, una tendencia sostenida hacia el uso de metodologías activas, recursos tecnológicos y mecanismos de evaluación formativa, lo que refleja un compromiso institucional constante con la mejora continua de los procesos educativos.

Como complemento, la [Figura 4](#) presenta una visualización integrada que relaciona el comportamiento del desempeño promedio estudiantil por competencia con la intensidad y distribución temporal de las estrategias pedagógicas implementadas durante los años de formación de cada cohorte. [Esta figura](#) incluye un conjunto de gráficos (a–e) que ilustran la evolución de los puntajes en las cinco competencias genéricas evaluadas por el examen Saber Pro (Lectura Crítica, Competencias Ciudadanas, inglés, Comunicación Escrita y Razonamiento Cuantitativo) junto con el número de estrategias aplicadas en los periodos previos a la evaluación.

**Figura 4.** Puntajes promedio por competencia con mapa de calor de estrategias aplicadas por año.



Fuente: elaboración propia.

Cada sub gráfico en la [Figura 4](#) combina una línea temporal (2018–2024) con dos elementos clave: una línea continua que muestra la evolución de los puntajes promedio en cada competencia, y un fondo sombreado codificado por color que

representa la densidad anual de estrategias activas durante cada cohorte. Esta representación visual permite explorar coincidencias temporales entre las acciones pedagógicas implementadas y las variaciones en el rendimiento, ofreciendo indicios relevantes para formular hipótesis sobre su impacto potencial.

Por ejemplo, en Razonamiento Cuantitativo (gráfico a), se evidencia una tendencia decreciente entre 2018 y 2022, con una leve recuperación en 2023 y 2024, coincidiendo esta última con un aumento acumulado en las estrategias. En contraste, Competencias Ciudadanas (gráfico b) muestra una recuperación del puntaje promedio en 2024, alineada con un refuerzo estratégico previo. Por su parte, la caída sostenida en inglés (gráfico c), pese al incremento de estrategias, sugiere la necesidad de revisar la pertinencia de las intervenciones actuales. Finalmente, en Lectura Crítica y Comunicación Escrita (gráficos d y e), se observa una trayectoria más favorable en los últimos años, lo que podría reflejar el efecto acumulado de un conjunto robusto de acciones formativas.

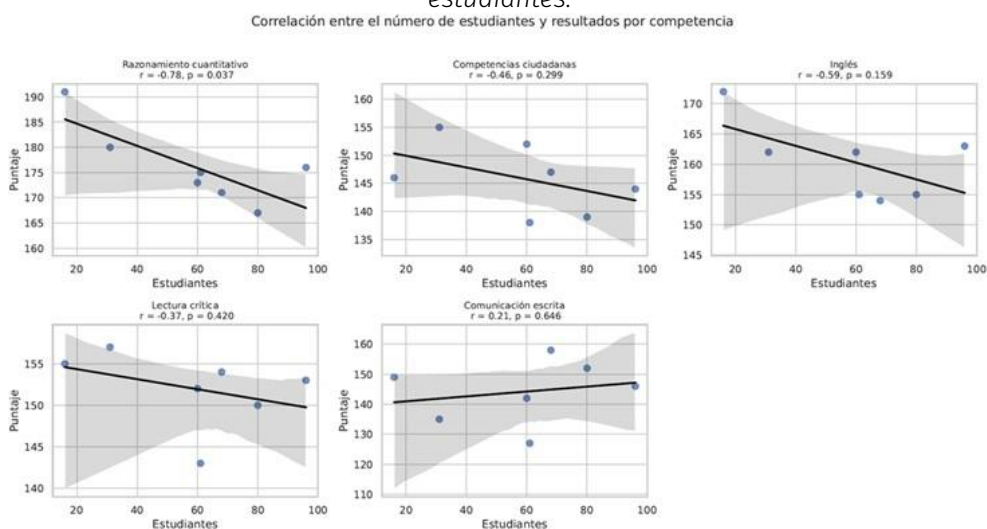
En conjunto, estos resultados permiten identificar patrones relevantes para la toma de decisiones estratégicas, al evidenciar que la implementación sostenida de estrategias pedagógicas puede estar asociada con mejoras en determinadas competencias, mientras que en otras se requiere ajustar enfoques o reforzar acciones específicas.

### 3.3. Relación entre el número de estudiantes y resultados por competencia

Con el propósito de explorar posibles vínculos entre el tamaño de la cohorte estudiantil y el rendimiento académico en las competencias evaluadas por el examen Saber Pro, se realizó un análisis de correlación de Pearson entre el número de estudiantes evaluados por año y el puntaje promedio alcanzado en cada competencia. La Figura 5 presenta un conjunto de diagramas de dispersión con líneas de regresión lineal que exploran la posible relación entre el número de estudiantes evaluados cada año y el puntaje promedio alcanzado en cinco competencias del examen Saber Pro. Para cada competencia se incluye el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) y el valor  $p$  asociado, así como el intervalo de confianza del 95% de la tendencia estimada.

Se observa que en la competencia de Razonamiento Cuantitativo existe una correlación negativa significativa ( $r=-0.78$ ,  $p=0.037$ ), lo cual sugiere que cohortes más numerosas

Figura 5. Correlación entre resultados por competencia y el número de estudiantes.



Fuente: elaboración propia.

podrían asociarse con un descenso en el rendimiento promedio. En las demás competencias, aunque las correlaciones no son estadísticamente significativas, la

mayoría muestran una dirección negativa (como en inglés y Competencias Ciudadanas), lo que podría reflejar dinámicas estructurales o contextuales relevantes en el proceso formativo.

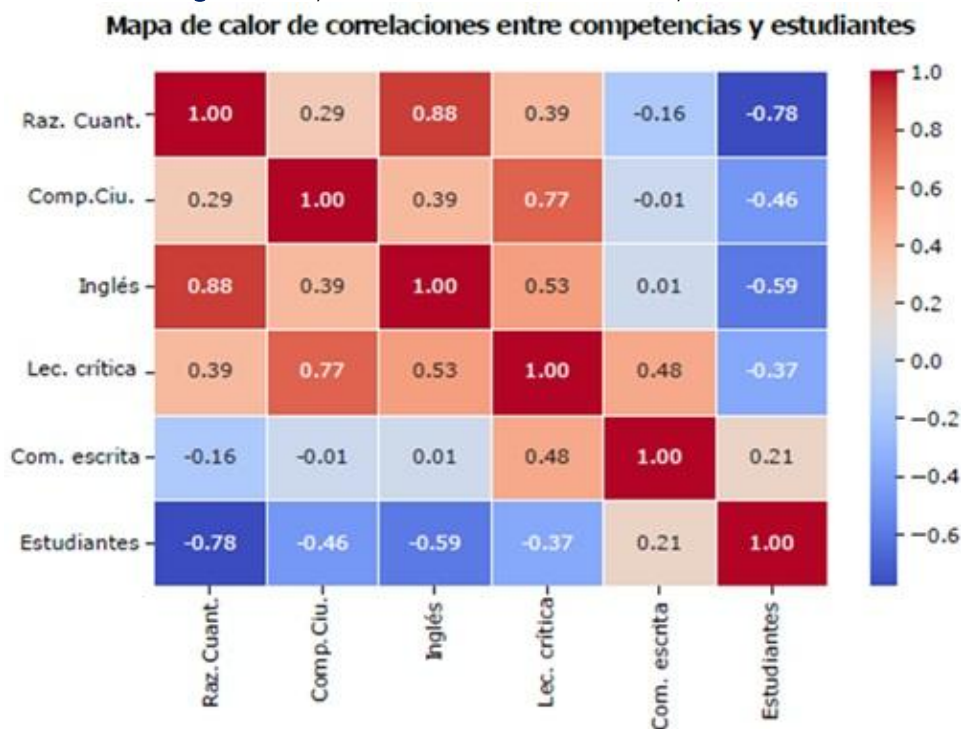
Estas tendencias, si bien preliminares, permiten identificar patrones que pueden orientar futuras investigaciones. La ausencia de significancia estadística no invalida su utilidad como insumo exploratorio, especialmente en contextos complejos donde múltiples factores interactúan. En particular, la consistencia en la dirección de algunas correlaciones sugiere la conveniencia de estudios más amplios que integren variables adicionales, como perfil de ingreso, carga docente o intensidad de estrategias pedagógicas.

### 3.4. Correlaciones entre competencias

Además del análisis entre el número de estudiantes y el rendimiento por competencia, resulta de interés examinar cómo se relacionan entre sí las competencias evaluadas en el examen Saber Pro. Para ello, se calculó la correlación de Pearson entre los puntajes promedio de las distintas competencias a lo largo del periodo 2018–2024. Este análisis permite identificar patrones comunes de desempeño, posibles interdependencias entre habilidades desarrolladas y la existencia de trayectorias formativas coherentes. Comprender estas relaciones puede ofrecer pistas valiosas para el diseño de estrategias pedagógicas integrales que aborden de manera simultánea varias competencias.

En la [Figura 6](#), se observa que existen correlaciones positivas entre todas las competencias, lo que indica que, en general, un mejor desempeño en una de ellas tiende a asociarse con mejores resultados en las demás. Entre las relaciones más destacadas se encuentra la alta correlación entre Razonamiento Cuantitativo (Raz. Cuant.) e inglés ( $r=0.88$ ), lo cual sugiere la posible existencia de habilidades comunes como el razonamiento lógico y la comprensión de estructuras lingüísticas. De igual manera, se destaca la fuerte correlación entre Competencias Ciudadanas (Comp. Ciu.) y Lectura Crítica (Lec. Crítica) ( $r=0.77$ ), consistente con la naturaleza reflexiva y analítica que comparten ambas áreas.

**Figura 6.** Mapa de correlaciones entre competencias.



Fuente: elaboración propia.

Otras correlaciones moderadas incluyen Lectura Crítica e Inglés ( $r=0.53$ ), Competencias Ciudadanas e Inglés ( $r=0.39$ ) y Razonamiento Cuantitativo y Lectura Crítica ( $r=0.39$ ). Estas asociaciones sugieren vínculos entre habilidades de comprensión, análisis y razonamiento transversal. En contraste, Comunicación Escrita (Com. escrita) presenta correlaciones más bajas con el resto de las competencias, en un rango de 0.01 a 0.48, lo cual indica que esta área podría estar influenciada por factores particulares y no necesariamente compartidos con las demás.

### 3.5. Codificación y análisis de impacto estratégico por competencia

Con el propósito de profundizar en la relación entre la implementación de estrategias pedagógicas y los resultados obtenidos en cada competencia del examen Saber Pro, se desarrolló una codificación binaria que registra la presencia o ausencia de estrategias específicas por año, diferenciadas según la competencia a la que estaban orientadas. Esta codificación permitió aplicar un análisis de correlación punto biserial, útil para examinar la relación entre una variable dicotómica (implementación o no de una estrategia) y una variable continua (puntaje promedio en una competencia).

Para llevar a cabo este análisis, se diseñó una matriz sistemática que recopila información sobre las estrategias aplicadas en el programa de Ingeniería Civil durante los últimos diez años. Esta matriz incluyó campos como la competencia genérica objetivo, una descripción general de cada estrategia, sus ventajas y desventajas percibidas, el momento de aplicación (antes, durante o después del proceso formativo), el tipo de estrategia (curricular, extracurricular, institucional, entre otras), y el año de implementación. A partir de esta información, se construyó una base de datos codificada por competencia, en la que se asignó un valor de 1 cuando en un año determinado se implementó al menos una estrategia para una competencia específica, y 0 en caso contrario. Estos datos se correlacionaron con los puntajes promedio por año en cada competencia, disponibles para un periodo de siete años.

Dado el tamaño de la muestra y la naturaleza del estudio, el análisis se considera exploratorio; sin embargo, ofrece insumos relevantes para identificar tendencias que podrían orientar el fortalecimiento institucional en la formación por competencias.

La Figura 7 presenta los coeficientes de correlación punto biserial por competencia, destacando aquellas estrategias cuya implementación se asocia con variaciones en el desempeño estudiantil. La aplicación de este análisis se apoyó en herramientas computacionales mediante un programa en Python, que calculó los coeficientes de correlación y sus respectivos valores de significancia estadística ( $p$ -values), utilizando las bibliotecas *pandas*, *numpy* y *scipy.stats*.

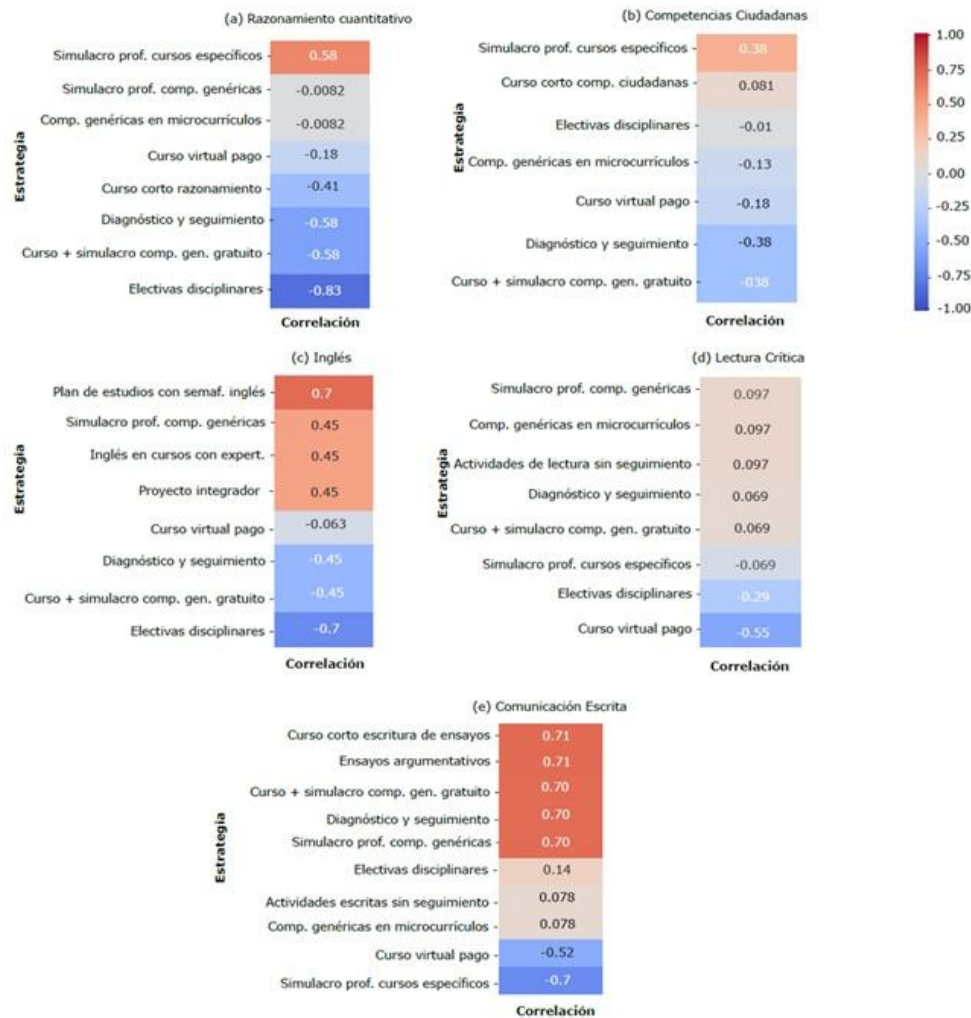
Entre los hallazgos más relevantes, se destaca que la competencia de Comunicación Escrita presentó correlaciones moderadamente altas con estrategias como el curso corto de escritura de ensayos ( $r = 0.71$ ,  $p = 0.076$ ), los ensayos argumentativos ( $r = 0.71$ ,  $p = 0.076$ ), y el curso más simulacro de competencias genéricas gratuito ( $r = 0.70$ ,  $p = 0.080$ ). Aunque estas asociaciones no alcanzan significancia estadística al nivel convencional ( $p < 0.05$ ), sí revelan una tendencia positiva que podría profundizarse en estudios posteriores. En contraste, se observó una correlación negativa con el curso virtual pago ( $r = -0.52$ ,  $p = 0.235$ ), lo que sugiere un efecto posiblemente desfavorable, aunque no concluyente.

En cuanto a Razonamiento Cuantitativo, se evidenció una correlación negativa fuerte con la estrategia de electivas disciplinares ( $r = -0.83$ ,  $p = 0.021$ ), siendo esta una de las asociaciones estadísticamente significativas. Este resultado plantea la hipótesis de que dicha estrategia podría no estar contribuyendo al desarrollo de esta competencia, lo cual merece mayor atención institucional.

Para la competencia de Competencias Ciudadanas, todas las correlaciones observadas fueron bajas y no significativas ( $p > 0.4$ ), lo cual indica una ausencia de relación clara entre las estrategias aplicadas y los resultados en esta área.

En inglés, se identificó una correlación moderadamente positiva con la estrategia de plan de estudios semaforizado ( $r = 0.70$ ,  $p = 0.079$ ), y una correlación negativa de magnitud similar con las electivas disciplinares ( $r = -0.70$ ,  $p = 0.079$ ). Aunque no son estadísticamente significativas, ambas tendencias ofrecen pistas que podrían considerarse en la revisión del currículo o en el diseño de intervenciones focalizadas.

**Figura 7.** Correlación entre resultados por competencias y cada una de las estrategias.



Fuente: elaboración propia.

Por su parte, en Lectura Crítica, las correlaciones fueron bajas y no significativas ( $p > 0.5$ ), lo que sugiere que, al menos en el periodo analizado, las estrategias implementadas no han tenido un impacto observable en esta competencia.

En conjunto, si bien muchas de las correlaciones identificadas no alcanzan niveles de significancia estadística convencionales, los patrones emergentes ofrecen indicios útiles en una etapa exploratoria. Este análisis aporta una base metodológica sólida para monitorear y evaluar estrategias pedagógicas alineadas con el desarrollo de competencias genéricas. Además, la integración de herramientas computacionales facilita la replicabilidad del enfoque y la incorporación de nuevos datos a futuro. Como complemento, se sugiere articular estos análisis cuantitativos con metodologías cualitativas —como entrevistas o

análisis de grupos focales— para enriquecer la comprensión sobre el impacto de las estrategias y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia.

#### 4. Conclusiones

El análisis realizado evidencia el valor de adoptar enfoques cuantitativos y sistemáticos para evaluar el impacto de las estrategias pedagógicas en el fortalecimiento de competencias genéricas. La codificación estructurada de las acciones implementadas y su correlación con el desempeño académico permite avanzar hacia modelos de mejora continua fundamentados en evidencia, más allá de aproximaciones intuitivas o puntuales.

Uno de los hallazgos más relevantes es que no todas las estrategias pedagógicas tienen el mismo efecto sobre las distintas competencias evaluadas. Esto sugiere que el impacto de una intervención no se limita a su mera aplicación, sino que está condicionado por su grado de alineación con los objetivos formativos, el momento en que se implementa y su integración con otras acciones complementarias. Así, se hace evidente la necesidad de transitar de una lógica de acumulación de estrategias a una lógica de articulación pedagógica, en la que las acciones educativas se diseñen con intencionalidad y consistencia.

El estudio también resalta la importancia de adoptar una visión longitudinal en la evaluación institucional, en la que el seguimiento de cohortes a lo largo del tiempo permita no solo identificar tendencias, sino también ajustar decisiones curriculares y pedagógicas con base en patrones observados. La incorporación de herramientas computacionales para la recolección y análisis de datos constituye un recurso importante para robustecer los sistemas internos de gestión del conocimiento educativo, habilitando procesos de retroalimentación más ágiles y precisos.

En conjunto, los resultados sugieren la importancia de seguir el análisis de datos en torno a las pruebas estandarizadas, como Saber Pro. Este proceso no se limita a la recolección de datos, sino que implica su interpretación crítica y contextualizada para apoyar la toma de decisiones. Promover una cultura de reflexión y mejora continua, donde los datos se integren de manera sistemática en los procesos académicos y administrativos, puede contribuir significativamente a una educación más pertinente, equitativa y de calidad.

En este contexto, es importante integrar la evaluación de estrategias como parte sustantiva del diseño curricular, promoviendo al mismo tiempo espacios de reflexión colectiva donde los hallazgos puedan ser discutidos y apropiados por docentes, directivos y otros actores educativos. De este modo, las instituciones pueden construir un marco de acción flexible pero riguroso, que permita no solo comprender mejor los procesos formativos, sino también intervenir de manera más eficaz para fortalecer el desarrollo de competencias clave en sus estudiantes.

#### 5. Referencias Bibliográficas

- [1] O. M. Cobo, "Política educativa en Colombia y autonomía en la práctica docente," *Rev. Educación, Política y Sociedad*, vol. 8, no. 1, pp. 100-123, 2023. doi: [10.15366/reps2023.8.1.005](https://doi.org/10.15366/reps2023.8.1.005).
- [2] J. C. H. Pérez, "Evaluación de la calidad en la educación básica y media en Colombia," *Cultura Educación Sociedad*, vol. 11, no. 2, pp. 125-144, 2020. doi: [10.17981/cultedusoc.11.2.2020.08](https://doi.org/10.17981/cultedusoc.11.2.2020.08).
- [3] L. A. S. James, M. C. P. Almagro, and L. E. R. Hinestroza, "Pruebas de evaluación Saber y PISA en la educación obligatoria de Colombia," *Educatio Siglo XXI*, vol. 38, no. 3, pp. 231-254, 2020. doi: [10.6018/educatio.452891](https://doi.org/10.6018/educatio.452891).

- [4] R. P. Estepa and R. B. Rodríguez, "Una mirada a las pruebas Saber Pro en la calidad de la educación superior en Colombia," *Pensamiento Republicano*, no. 3, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/pensamientorepublicano/article/view/303/275>.
- [5] G. E. C. Golondrino, M. A. O. Alarcón, and J. A. P. Cabarcas, "Spatial analysis of academic performance in the areas of systems and telematics in the Saber Pro tests in the Colombian Caribbean," *Rev. Investig. Innov. Ing.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–14, 2025. doi: [10.17081/invinno.13.1.7561](https://doi.org/10.17081/invinno.13.1.7561).
- [6] A. I. O. Carrascal and J. J. Giraldo, "Minería de datos educativos: Análisis del desempeño de estudiantes de ingeniería en las pruebas SABER-PRO," *Rev. Politéc.*, vol. 15, no. 29, pp. 128–140, 2019. doi: [10.33571/rpolitec.v15n29a10](https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n29a10).
- [7] J. E. Cifuentes-Medina, J. A. Chacón-Benavides, and I. A. Moreno-Pinzón, "Análisis de los resultados de las pruebas estandarizadas Saber Pro en profesionales de la educación," *RHS Rev. Humanismo y Sociedad*, vol. 6, no. 2, 2018. doi: [10.22209/rhs.v6n2a02](https://doi.org/10.22209/rhs.v6n2a02).
- [8] W. A. O. Castellanos, A. D. M. Perdomo, and T. E. R. Flórez, "Factores asociados al rendimiento en las Pruebas Saber Pro en estudiantes de Ingeniería Civil en universidades colombianas," *Innovaciencia*, vol. 2, no. 1, pp. 22–29, 2014. doi: [10.15649/2346075X.234](https://doi.org/10.15649/2346075X.234).
- [9] G. D. Demarchi-Sánchez, "Factores que intervienen en el desempeño de los estudiantes en las Pruebas de Estado Saber Pro," *El Ágora USB*, vol. 23, no. 2, pp. 490–505, 2023. doi: [10.21500/16578031.6224](https://doi.org/10.21500/16578031.6224).
- [10] Y. G. Hernández et al., "Academic performance and Saber Pro test results in industrial engineering students," *Ingeniería Industrial*, vol. 43, no. 3, pp. 67–89, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9472279>.
- [11] M. J. Bahamón and L. Reyes-Ruiz, "Caracterización de la capacidad intelectual, factores sociodemográficos y académicos de estudiantes con alto y bajo desempeño en los exámenes Saber Pro-año 2012," *Avances en Psicología Latinoamericana*, vol. 32, no. 3, pp. 459–476, 2014. doi: [10.12804/apl32.03.2014.01](https://doi.org/10.12804/apl32.03.2014.01).
- [12] E. P. Londoño, V. Ahumada, D. Gutiérrez, and M. C. Gamboa, "Conductores socioeconómicos sobre la lectura crítica según las pruebas Saber Pro en Colombia 2015," *Formación Universitaria*, vol. 13, no. 4, pp. 45–56, 2020. doi: [10.4067/S0718-50062020000400045](https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000400045).
- [13] C. J. Canova-Barrios, D. P. Acosta-Salazar, L. A. Torres-Barrios, and L. Álvarez-Miño, "Variables que influyen el desempeño de los estudiantes de enfermería de la Universidad del Magdalena en las pruebas SABER PRO," *Enfermería: Cuidados Humanizados*, vol. 12, no. 2, 2023. doi: [10.22235/ech.v12i2.3370](https://doi.org/10.22235/ech.v12i2.3370).
- [14] M. Castro-Ávila, J. Ruiz-Linares, and F. Guzmán-Patiño, "Cruce de las pruebas nacionales Saber 11 y Saber Pro en Antioquia, Colombia: una aproximación desde la regresión geográficamente ponderada (GWR)," *Revista Colombiana de Educación*, no. 74, pp. 63–79, 2018. doi: [10.17227/rce.num74-6898](https://doi.org/10.17227/rce.num74-6898).
- [15] A. R. P. Blanco and L. Y. C. Chacón, "Correlación de los resultados de las pruebas ICFES–Saber 11 y Saber Pro de los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas," *Rev. Matices Tecnológicos*, vol. 12, pp. 34–39, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://138.117.111.22/index.php/revistamaticestecnologicos/article/view/144/169>.

- [16] R. Rodríguez-Revilla and R. D. Vallejo-Molina, "Valor agregado y las competencias genéricas de los estudiantes de educación superior en Colombia," *Rev. Iberoamericana de Educación Superior*, vol. 13, no. 36, pp. 44-62, 2022. doi: [10.22201/iisue.20072872e.2022.36.1183](https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2022.36.1183).
- [17] W. U. R. Baez and N. A. Velandia, "Brecha de rendimiento académico por género en Saber Pro en programas de administración en los departamentos de Colombia," *Panorama*, vol. 13, no. 25, pp. 142-161, 2019. doi: [10.15765/pnrm.v13i25.1265](https://doi.org/10.15765/pnrm.v13i25.1265).
- [18] S. C. Casadiego et al., "Análisis descriptivo de los factores de impacto en las pruebas Saber Pro de estudiantes de Ingeniería Electrónica," *Rev. Educación en Ingeniería*, vol. 15, no. 30, pp. 1-8, 2020. doi: [10.26507/rei.v15n30.1135](https://doi.org/10.26507/rei.v15n30.1135).
- [19] A. F. N. Zúñiga, "Modelo Estadístico para determinar los factores académicos en los Resultados de las Pruebas Saber Pro," *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 11, no. 1, pp. 3-21, 2023. doi: [10.17081/invinno.11.1.6255](https://doi.org/10.17081/invinno.11.1.6255).
- [20] Ó. J. Cuesta & R. Reyes La práctica pedagógica: consideraciones críticas a propósito de las pruebas Saber Pro para licenciados. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/19996>.
- [21] D. F. P. Pineda, J. E. C. Medina, and J. A. C. Benavides, "Apreciación en los resultados de las pruebas Saber Pro," *Revista Boletín Redipe*, vol. 10, no. 12, pp. 271-284, 2021. doi: [10.36260/rbr.v10i12.1587](https://doi.org/10.36260/rbr.v10i12.1587).
- [22] J. E. C. Medina, J. A. C. Benavides, and I. A. M. Pinzón, "Impacto de las pruebas saber pro en los estudiantes de una licenciatura," *Revista Boletín Redipe*, vol. 9, no. 5, pp. 113-126, 2020. doi: [10.36260/rbr.v9i5.978](https://doi.org/10.36260/rbr.v9i5.978).
- [23] D. A. P. Pedraza, J. S. Ochoa, and L. F. G. Barrera, "Diseño de una aplicación para preparar estudiantes en la Prueba Saber Pro-Módulo de razonamiento cuantitativo," *Rev. Matices Tecnológicos*, vol. 12, pp. 40-44, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://138.117.111.22/index.php/revistamaticestecnicos/article/view/145>.
- [24] L. L. Hernández, "El análisis estadístico de datos en la investigación educativa," *Rev. Electrónica Interuniversitaria de Form. del Prof.*, vol. 27, no. 2, pp. 217-232, 2024. doi: [10.6018/reifop.608261](https://doi.org/10.6018/reifop.608261).
- [25] M. Castro y L. Lizasoain, «Las técnicas de modelización estadística en la investigación educativa: minería de datos, modelos de ecuaciones estructurales y modelos jerárquicos lineales», *Rev. Esp. Pedagog.*, vol. 70, n.º 251, pp. 131-148, 2012. [En línea]. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/23766443>.
- [26] M. E. R. Fuertes et al., "Modelos matemáticos para predecir el rendimiento estudiantil," *South Florida Journal of Development*, vol. 6, no. 3, 2025. doi: [10.46932/sfjdv6n3-008](https://doi.org/10.46932/sfjdv6n3-008).
- [27] A. L. P. Suasnavas, "Minería de textos para la extracción de conocimiento en actividades educativas con información proveniente de redes sociales: Una estrategia didáctica," Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, 2024. doi: [10.35537/10915/165771](https://doi.org/10.35537/10915/165771).
- [28] A. T. Buchely and R. T. Pereira, "Minería de datos educativa para descubrir patrones asociados al desempeño académico en competencias genéricas," *Rev. Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, vol. 2, no. 38, pp. 87-95, 2021. doi: [10.24054/rcta.v2i38.1282](https://doi.org/10.24054/rcta.v2i38.1282).

[29] C. González Montes y S. A. Guillen Ibarra, Análisis por minería de datos del impacto de los sistemas de calidad de las instituciones de educación superior en los resultados de las pruebas saber pro enfocado a los programas de ingeniería industrial. Cartagena de Indias: C. González Montes, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0074519.pdf>.

[30] J. S. R. Collazos et al., "Analítica de datos aplicada al contexto universitario. Caso de estudio: pruebas Saber Pro," Cuaderno Activa, vol. 12, no. 1, pp. 103–117, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/807/913>.

[31] G. Fiallos, "La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados," Ciencia Latina Rev. Cient. Multidisciplinar, vol. 5, no. 3, pp. 2491–2509, 2021. doi: [10.37811/cl\\_rcm.v5i3.466](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.466).

[32] V. LeBlanc and M. Cox, "Interpretation of the point-biserial correlation coefficient in the context of a school examination," The Quantitative Methods for Psychology, vol. 13, no. 1, pp. 46–56, 2017. doi: [10.20982/tqmp.13.1.p046](https://doi.org/10.20982/tqmp.13.1.p046).

[33] S. Bagur-Pons, M. R. Rosselló-Ramón, B. Paz-Lourido, and S. Verger, "El enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa," RELIEVE, vol. 27, no. 1, art. 3, 2021. doi: [10.30827/relieve.v27i1.21053](https://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21053).