

Tipo de artículo: investigación

Sección: Administración y Gestión

Artículo resultado del proyecto de investigación “STEAM y Educación: Alcances, retos y perspectivas”, de la Universidad del Atlántico.

La integración del enfoque STEAM en la enseñanza de la Estadística para estudiantes de Ciencias Económicas y Administración

STEAM Approach Integration in Statistics Teaching for Economics and Business Administration Students

A Integração da Abordagem STEAM no Ensino de Estatística para Estudantes de Ciências Econômicas e Administração



Doi: 10.53995/23463279.1808

Recibido:14/11/2024 Aprobado: 03/02/2025

Por: Robinson Junior Conde-Carmona¹

Resumen

¹ Docente de la Universidad del Atlántico. Doctor en Educación Matemática. Contacto: Rjconde@mail.uniatlantico.edu.co
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7421-1754>

Este estudio analizó la implementación del enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en la enseñanza de la estadística para estudiantes de ciencias económicas y administración. La investigación se centró en evaluar cómo la integración de elementos multidisciplinares mejora la comprensión de conceptos estadísticos y su aplicación en contextos reales. Se empleó un diseño mixto secuencial explicativo, combinando datos cuantitativos de rendimiento académico y cualitativos sobre las percepciones de los estudiantes. Los resultados evidenciaron una mejora significativa en la comprensión conceptual y la capacidad de aplicación práctica de la estadística cuando se implementa el enfoque STEAM, sugiriendo su efectividad como estrategia pedagógica en la educación superior económico-administrativa.

Palabras clave: STEAM; Educación estadística; Ciencias económicas; Metodologías activas; Aprendizaje multidisciplinar.

Abstract

This study analyzed the implementation of the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) approach in teaching statistics to economics and business administration students. The research focused on evaluating how the integration of multidisciplinary elements enhances the understanding of statistical concepts and their application in real contexts. A sequential explanatory mixed design was employed, combining quantitative academic performance data and qualitative data on student perceptions. The results showed a significant improvement in conceptual understanding and practical application capacity of statistics when implementing the STEAM approach, suggesting its effectiveness as a pedagogical strategy in higher economic-administrative education.

Keywords: STEAM; Statistical education; Economic sciences; Active methodologies; Multidisciplinary learning.

Resumo: Este estudo analisou a implementação da abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) no ensino de estatística para estudantes de ciências econômicas e administração. A pesquisa focou em avaliar como a integração de elementos multidisciplinares melhora a compreensão de conceitos estatísticos e sua aplicação

em contextos reais. Foi empregado um desenho misto sequencial explicativo, combinando dados quantitativos de desempenho acadêmico e qualitativos sobre as percepções dos estudantes. Os resultados evidenciaram uma melhoria significativa na compreensão conceitual e na capacidade de aplicação prática da estatística quando se implementa a abordagem STEAM, sugerindo sua efetividade como estratégia pedagógica no ensino superior econômico-administrativo.

Palavras-chave: STEAM; Educação estatística; Ciências econômicas; Metodologias ativas; Aprendizagem multidisciplinar

Códigos JEL: I21, I23, I25.

Introducción

La enseñanza de la estadística en el ámbito de las ciencias económicas y administrativas representa uno de los mayores desafíos en la educación superior contemporánea. Los estudiantes universitarios frecuentemente perciben la estadística como una materia abstracta y desconectada de su realidad profesional, lo que genera barreras significativas en el aprendizaje efectivo y el desarrollo de competencias profesionales (Bromage et al., 2021). Esta desconexión entre la teoría y la práctica ha sido documentada extensivamente en investigaciones recientes, donde se evidencia que más del 65% de los estudiantes de ciencias económicas experimentan dificultades significativas para aplicar conceptos estadísticos en contextos profesionales reales (Thompson, 2002).

En el ecosistema empresarial actual, caracterizado por la analítica de datos y la toma de decisiones basada en evidencia, la comprensión profunda de la estadística se ha convertido en una competencia fundamental para los profesionales de las ciencias económicas. Sin embargo, como señalan Méndez-Parra & Conde-Carmona (2025), los métodos tradicionales de enseñanza han demostrado ser insuficientes para desarrollar estas competencias de manera efectiva, resultando en una brecha significativa entre las habilidades requeridas por el mercado laboral y aquellas desarrolladas en las aulas universitarias.

Las investigaciones más recientes sugieren que esta problemática se intensifica por la persistencia de enfoques pedagógicos que privilegian la memorización de fórmulas sobre la comprensión conceptual y la aplicación práctica. Valbuena et al. (2023) encontraron que el

78% de los programas universitarios de estadística para ciencias económicas mantienen metodologías tradicionales, que no incorporan elementos interdisciplinarios ni conexiones con aplicaciones del mundo real. Esta situación ha llevado a un incremento en la ansiedad estadística entre los estudiantes y una disminución en su capacidad para transferir conocimientos a contextos profesionales (García-Martínez et al., 2023).

El enfoque STEAM emerge como una alternativa prometedora para abordar estas deficiencias. Estudios recientes de Bathla et al. (2023) demuestran que la integración de elementos artísticos y tecnológicos en la enseñanza de la estadística puede mejorar significativamente la comprensión conceptual y la retención a largo plazo. Esta aproximación multidisciplinaria ha mostrado resultados positivos en diversas disciplinas, pero su aplicación específica en la enseñanza de la estadística para ciencias económicas permanece relativamente inexplorada (Martínez et al., 2022; Méndez-Parra y Conde-Carmona, 2025; Acendra-Pertuz y Conde-Carmona, 2024; Solano-Díaz et al, 2023; Conde-Carmona y Padilla-Escorcia, 2025).

Frente a esta problemática, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo impacta la implementación del enfoque STEAM en el aprendizaje significativo de la estadística en estudiantes de ciencias económicas y administración? Este interrogante se fundamenta en la necesidad de desarrollar metodologías que no solo mejoren el rendimiento académico, sino que también faciliten la transferencia de conocimientos a contextos profesionales reales.

El presente estudio busca examinar sistemáticamente el impacto del enfoque STEAM en la enseñanza de la estadística para estudiantes de ciencias económicas y administración. La investigación se enfoca específicamente en evaluar las transformaciones, tanto en el rendimiento académico como en las actitudes hacia la estadística, utilizando un diseño mixto que permite capturar la complejidad de estas interacciones. Como señalan Aceto et al. (2019), la integración efectiva de metodologías STEAM requiere una comprensión profunda de sus mecanismos de acción y resultados específicos en diferentes contextos educativos.

La relevancia de esta investigación se fundamenta en la creciente demanda de profesionales capaces de integrar efectivamente el análisis estadístico en la toma de decisiones empresariales (Shrestha & Yi, 2025). Además, como destacan Conde-Carmona & Bolívar (2023), existe una necesidad urgente de desarrollar metodologías de enseñanza que reduzcan

la ansiedad matemática y mejoren la actitud hacia la estadística entre los estudiantes de ciencias económicas. Este estudio pretende contribuir a llenar este vacío en la literatura, proporcionando evidencia empírica sobre la efectividad del enfoque STEAM en el contexto específico de la educación estadística para ciencias económicas y administración.

Marco Teórico

Fundamentos del enfoque STEAM en la Educación Superior

El enfoque STEAM representa una evolución significativa del modelo STEM, incorporando el componente artístico como catalizador de la creatividad y la innovación en el proceso de aprendizaje. Esta integración facilita el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, aspectos fundamentales en la formación de profesionales en ciencias económicas y administración (Alvares & Hernández, 2025).

La literatura especializada ha documentado diversos beneficios del enfoque STEAM en la educación superior. Wang et al. (2025) identificaron mejoras significativas en la retención de conocimientos y la capacidad de transferencia cuando se implementan estrategias multidisciplinares. La integración de elementos artísticos en la enseñanza de materias cuantitativas ha demostrado incrementar la motivación y el compromiso de los estudiantes (Rodríguez-Jiménez et al., 2022).

El fundamento teórico del enfoque STEAM se sustenta en varias teorías educativas prominentes. Desde la perspectiva del aprendizaje constructivista, este enfoque se alinea con los principios propuestos por Vygotsky (1978), quien sostiene que el aprendizaje se optimiza cuando los estudiantes participan en actividades que integran diferentes formas de conocimiento y expresión a través de experiencias multisensoriales y multidisciplinares.

La teoría de las inteligencias múltiples de Gardner (2011) complementa este fundamento al proponer que el aprendizaje efectivo debe abordar diferentes tipos de inteligencia. En este sentido, el enfoque STEAM permite activar múltiples inteligencias simultáneamente, facilitando una comprensión más profunda y duradera de los conceptos estadísticos. Adicionalmente, la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb (1984) refuerza la importancia de la experiencia directa en el proceso de aprendizaje, aspecto que el enfoque STEAM materializa a través de proyectos prácticos y creativos con conceptos estadísticos.

La Estadística en las Ciencias Económicas y Administrativas

La estadística constituye una herramienta fundamental en la formación de profesionales en ciencias económicas y administración. Kerchen et al. (2024) señalan que las competencias estadísticas son esenciales para la toma de decisiones basada en datos en el entorno empresarial actual. Sin embargo, persisten desafíos significativos en su enseñanza que requieren atención específica.

La ansiedad matemática representa uno de los obstáculos más significativos en el aprendizaje de la estadística. Las investigaciones de García & Martínez (2022) han demostrado que esta ansiedad afecta significativamente el rendimiento académico. No obstante, el enfoque STEAM ofrece una alternativa prometedora al presentar los conceptos estadísticos en contextos más accesibles y significativos para los estudiantes.

Otro desafío fundamental radica en la percepción de relevancia práctica. Los estudiantes frecuentemente cuestionan la aplicabilidad de los conceptos estadísticos en su futura práctica profesional. El enfoque STEAM aborda esta preocupación facilitando conexiones tangibles entre teoría y práctica a través de proyectos integrados y aplicaciones del mundo real.

El desarrollo de competencias analíticas trasciende el mero conocimiento de fórmulas y procedimientos estadísticos. La capacidad de análisis crítico y toma de decisiones basada en datos, requiere una comprensión más profunda y contextualizada. El enfoque STEAM promueve estas habilidades analíticas mediante la integración de diferentes perspectivas y métodos de resolución de problemas.

Integración de tecnología y arte en la enseñanza de la Estadística

La incorporación de elementos tecnológicos y artísticos en la enseñanza de la estadística ha revelado beneficios sustanciales para el aprendizaje. Wilson et al. (2022) destacan cómo las representaciones visuales y artísticas de conceptos estadísticos mejoran significativamente la comprensión y retención de información compleja. Esta visualización de datos, cuando se integra con elementos artísticos, proporciona nuevas vías para la comprensión conceptual.

El pensamiento creativo emerge como un componente crucial en este enfoque integrado. La incorporación de elementos artísticos estimula aproximaciones innovadoras al análisis de datos, permitiendo a los estudiantes desarrollar soluciones creativas a problemas estadísticos complejos. Esta integración fomenta una comprensión más profunda y una mayor capacidad para aplicar conceptos estadísticos en situaciones novedosas.

Las aplicaciones tecnológicas modernas complementan este enfoque al facilitar la manipulación y análisis de datos reales. El uso de herramientas tecnológicas contemporáneas no solo agiliza los procesos de análisis, sino que también proporciona experiencias prácticas directamente relevantes para el futuro profesional de los estudiantes. Esta integración tecnológica permite una exploración más profunda de conceptos estadísticos mientras desarrolla habilidades técnicas esenciales para el mercado laboral actual.

Marco Metodológico

Diseño de la Investigación

La investigación se desarrolló bajo un diseño mixto secuencial explicativo, durante el período académico 2022-2023. Este diseño se implementó en dos fases complementarias, que permitieron obtener una comprensión profunda del fenómeno estudiado. En la primera fase cuantitativa, se realizó un estudio cuasiexperimental con grupos control y experimental, estableciendo mediciones previas y posteriores a la intervención pedagógica. La segunda fase cualitativa profundizó en las experiencias y percepciones de los participantes, mediante entrevistas, grupos focales y observaciones sistemáticas del proceso de aprendizaje.

Participantes

El estudio se realizó en una universidad pública de Barranquilla, con estudiantes de segundo y tercer año de las carreras de Economía y Administración de Empresas. La muestra estuvo conformada por 86 estudiantes, distribuidos equitativamente entre el grupo experimental (n=43) y el grupo control (n=43). Los participantes presentaron una edad promedio de 20.7 años (DE = 1.8), con una distribución por género de 54% mujeres y 46% hombres. En cuanto a la distribución por carrera, el 45% correspondió a estudiantes de Economía y el 55% a Administración.

La selección de los participantes se realizó considerando criterios específicos de inclusión. Se requirió que fueran estudiantes regulares matriculados en cursos de estadística, sin experiencia previa en metodologías STEAM. La participación fue voluntaria y se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes. Se excluyeron estudiantes que hubiesen cursado previamente la asignatura o que tuvieran experiencia formal en metodologías STEAM.

Intervención pedagógica

La intervención se estructuró mediante un programa integral que incorporó los cinco componentes del enfoque STEAM. En el componente científico, se trabajó con casos reales empresariales y proyectos de investigación de mercados. Los estudiantes realizaron estudios económicos aplicados que permitieron contextualizar los conceptos estadísticos en situaciones reales.

El aspecto tecnológico se abordó mediante la utilización de software estadístico especializado como *R* y *Python*, complementado con herramientas de visualización de datos como *Tableau* y *Power BI*. Se implementaron plataformas de análisis predictivo, que permitieron a los estudiantes explorar aplicaciones avanzadas de la estadística.

En el componente de ingeniería, los estudiantes desarrollaron modelos de decisión y trabajaron en la optimización de procesos empresariales. El análisis de sistemas se integró como una herramienta para comprender la interconexión de variables en contextos económicos complejos.

El elemento artístico se manifestó a través de la creación de visualizaciones creativas de datos y el desarrollo de presentaciones efectivas. Se puso especial énfasis en la narrativa de datos, enseñando a los estudiantes a comunicar hallazgos estadísticos de manera clara y convincente.

El componente matemático se abordó desde una perspectiva práctica, integrando los fundamentos estadísticos con aplicaciones reales. La modelación matemática y el análisis cuantitativo se presentaron en contextos relevantes para las ciencias económicas y administrativas.

Instrumentos y Procedimientos

La recolección de datos se realizó mediante diversos instrumentos validados. Se utilizó un pretest y postest de conocimientos estadísticos, validado por un panel de cinco expertos en el área, que mostró una alta consistencia interna (α de Cronbach = 0.89). Este instrumento evaluó, tanto la comprensión conceptual como la capacidad de aplicación práctica.

Se implementó la Escala de Actitudes hacia la Estadística (EAE-2022), compuesta por 30 ítems en escala Likert. La validez de constructo se confirmó mediante análisis factorial exploratorio y confirmatorio, y demostró una confiabilidad test retest satisfactoria ($r = 0.85$).

Descripción detallada de los Instrumentos

Instrumento 1: Evaluación de conocimientos estadísticos

El instrumento de evaluación de conocimientos estadísticos fue diseñado específicamente para este estudio mediante un proceso riguroso de construcción y validación. La prueba consta de 45 ítems distribuidos en tres dimensiones principales: comprensión conceptual (15 ítems), aplicación práctica (15 ítems) y resolución de problemas (15 ítems).

La dimensión de comprensión conceptual evalúa el entendimiento de principios estadísticos fundamentales, mediante preguntas de selección múltiple con justificación. Un ejemplo representativo es: *“Explique por qué la mediana es más apropiada que la media para describir el centro de una distribución asimétricamente sesgada, y proporcione un ejemplo empresarial específico”*. Esta pregunta requiere no solo conocimiento teórico, sino también aplicación contextual.

La dimensión de aplicación práctica incluye problemas que simulan situaciones reales del ámbito económico-empresarial. Los estudiantes deben analizar casos como: *“Una empresa de comercio electrónico desea evaluar la efectividad de dos estrategias de marketing digital. Diseñe un estudio estadístico apropiado, justifique la selección de la prueba estadística e interprete los resultados hipotéticos proporcionados”*.

La dimensión de resolución de problemas presenta escenarios complejos que requieren integración de múltiples conceptos estadísticos. Los estudiantes deben navegar por situaciones como: *“Analice los datos de ventas trimestrales de una empresa durante cinco años, identifique tendencias, patrones estacionales y factores atípicos, y proporcione recomendaciones basadas en proyecciones estadísticas”*.

Instrumento 2: Escala de Actitudes hacia la Estadística -EAE-

La EAE fue adaptada específicamente para estudiantes de ciencias económicas y administración, incorporando elementos contextuales relevantes para estos campos. La escala comprende cuatro dimensiones principales:

- Utilidad Percibida (8 ítems). Evalúa la percepción de los estudiantes sobre la relevancia de la estadística en su formación profesional. Ejemplo: “Considero que la estadística es fundamental para tomar decisiones empresariales informadas” (Escala: 1=Totalmente en desacuerdo, 5=Totalmente de acuerdo).
- Ansiedad Estadística (8 ítems). Mide el nivel de ansiedad experimentado en situaciones relacionadas con la estadística. Ejemplo: “Me siento nervioso/a cuando tengo que interpretar resultados estadísticos en contextos empresariales”.
- Autoeficacia (7 ítems). Evalúa la confianza en las propias capacidades para realizar tareas estadísticas. Ejemplo: “Confío en mi capacidad para realizar análisis estadísticos básicos para problemas empresariales”.
- Valor Profesional Percibido (7 ítems). Mide la percepción sobre la importancia de la estadística en el desarrollo profesional. Ejemplo: “Creo que las competencias estadísticas mejorarán mis oportunidades laborales”.

Instrumento 3: Protocolo de observación de aula

El protocolo de observación sistemática fue desarrollado para capturar comportamientos específicos durante la implementación del enfoque STEAM. El instrumento incluye:

- Indicadores de participación activa Frecuencia de intervenciones voluntarias, calidad de preguntas formuladas, nivel de colaboración en actividades grupales.
- Indicadores de Comprensión. Capacidad para explicar conceptos a compañeros, uso apropiado de terminología estadística, aplicación espontánea de conceptos en nuevas situaciones.
- Indicadores de Integración STEAM. Uso creativo de herramientas tecnológicas, incorporación de elementos artísticos en presentaciones, conexión entre diferentes disciplinas.

Proceso de Aplicación de Instrumentos

Fase de Diagnóstico (Semanas 1-2)

La aplicación de instrumentos iniciales se realizó en un ambiente controlado durante las dos primeras semanas del período académico. El ECE-2 se administró en sesiones de 90 minutos, divididas en dos bloques: comprensión conceptual y aplicación práctica (45 minutos cada uno). Los estudiantes recibieron instrucciones detalladas sobre cada sección y se les permitió hacer preguntas aclaratorias.

La EAE-2022 se aplicó posteriormente en una sesión de 30 minutos, con instrucciones específicas sobre la honestidad en las respuestas y la confidencialidad de los datos. Se enfatizó que no existían respuestas correctas o incorrectas, sino que se buscaba conocer sus percepciones genuinas.

Fase de Seguimiento (Semanas 3-15)

Las observaciones de aula se realizaron mediante un sistema de rotación, donde cada sesión fue observada por dos investigadores independientes para asegurar la confiabilidad del inter-observador. Se utilizó un sistema de codificación temporal que registraba comportamientos cada 5 minutos durante las sesiones de 120 minutos.

Los instrumentos de seguimiento incluyeron evaluaciones semanales breves (15 minutos) que monitoreaban el progreso en competencias específicas. Estas evaluaciones formativas permitieron ajustar la intervención según las necesidades emergentes.

Fase de Evaluación final (Semana 16)

La aplicación de los post-test siguió el mismo protocolo que los pre-test, pero incorporó elementos adicionales para evaluar la transferencia de aprendizaje. Se incluyeron casos nuevos no vistos durante la intervención para evaluar la capacidad de generalización de los conocimientos adquiridos.

La observación sistemática del proceso se realizó mediante protocolos estructurados que incluyeron rúbricas de evaluación y registros anecdóticos detallados. Las entrevistas

semiestructuradas se realizaron con una muestra seleccionada de 20 estudiantes, utilizando una guía validada por expertos en metodología cualitativa y previamente pilotada con una muestra similar.

Procedimiento de Implementación

La intervención se desarrolló durante 16 semanas del período académico. Las sesiones se estructuraron en bloques de 120 minutos, dos veces por semana. Durante las primeras dos semanas, se realizó la aplicación de instrumentos iniciales y la familiarización con las herramientas tecnológicas. El grupo experimental recibió la intervención STEAM, mientras que el grupo control siguió la metodología tradicional con el mismo contenido curricular.

La implementación se organizó en cuatro fases principales. En la fase inicial se establecieron las bases conceptuales y se aplicaron los pre - test. La segunda fase se centró en el desarrollo de proyectos integrados que incorporaban los elementos STEAM. La tercera fase profundizó en la aplicación práctica mediante casos reales. La fase final incluyó la presentación de proyectos y la aplicación de post - test.

Análisis de Datos

El proceso de análisis se realizó en múltiples etapas. Los datos cuantitativos se procesaron utilizando SPSS versión 27, aplicando inicialmente estadística descriptiva para caracterizar la muestra y los resultados generales. Se realizaron pruebas t para muestras independientes para comparar los resultados entre grupos y análisis de covarianza (ANCOVA) para controlar variables previas.

Para el análisis cualitativo, se utilizó el software ATLAS.ti 9. Las entrevistas y observaciones se transcribieron textualmente y se codificaron siguiendo un proceso iterativo. Se identificaron categorías emergentes que se refinaron mediante comparación constante. La triangulación de datos se realizó contrastando las diferentes fuentes de información para asegurar la validez de los hallazgos.

Consideraciones Éticas

El estudio se desarrolló bajo estrictos principios éticos. Todos los participantes firmaron consentimientos informados detallando los objetivos del estudio, los procedimientos y el uso

de los datos. Se garantizó la confidencialidad mediante la asignación de códigos alfanuméricos para identificar a los participantes.

Validez y Confiabilidad

Para asegurar la validez interna del estudio, se implementaron diversas estrategias. Se controlaron las amenazas a la validez mediante la asignación aleatoria de grupos y el control de variables confusoras. La validez externa se fortaleció mediante la documentación detallada del contexto y los procedimientos de implementación.

La confiabilidad de los instrumentos cuantitativos se verificó mediante análisis de consistencia interna y estabilidad temporal. Para los datos cualitativos se empleó la verificación por parte de los participantes (*member checking*) y la revisión por pares de la codificación. Se mantuvieron registros detallados de todas las decisiones metodológicas y analíticas para asegurar la transparencia del proceso.

Limitaciones Metodológicas

Se reconocieron varias limitaciones en el diseño e implementación del estudio. El tamaño de la muestra, aunque adecuado para los análisis previstos, limitó la generalización de resultados. La duración de la intervención de 16 semanas, si bien permitió observar cambios significativos, podría no haber sido suficiente para evaluar efectos a largo plazo.

La naturaleza cuasiexperimental del diseño implicó que no se pudiera controlar completamente todas las variables externas que podrían influir en los resultados. Además, el efecto *Hawthorne* pudo haber influido en el comportamiento de los participantes al estar conscientes de su participación en un estudio de investigación.

Resultados

El análisis de los datos reveló transformaciones significativas en múltiples dimensiones del aprendizaje de la estadística, entre los estudiantes que participaron en la intervención con enfoque STEAM. Los hallazgos se presentan organizados en dimensiones que reflejan la complejidad del fenómeno estudiado.

Rendimiento académico pre- y post - intervención

El análisis mediante prueba t para muestras pareadas reveló diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones pre- y post - intervención del grupo experimental ($t(42) = 8.45, p < .001, d = 0.89$). Las puntuaciones medias incrementaron de $M = 5.8$ ($DE = 1.2$) en el pre - test a $M = 8.2$ ($DE = 1.1$) en el post- test. El grupo control mostró un incremento menor, de $M = 5.7$ ($DE = 1.3$) a $M = 6.4$ ($DE = 1.2$), ($t(42) = 2.34, p = .024, d = 0.32$).

El ANCOVA, controlando por rendimiento previo, confirmó diferencias significativas entre grupos ($F(1,83) = 23.67, p < .001, \eta^2 = 0.22$), con el grupo experimental superando significativamente al grupo control en:

- Comprensión conceptual (Diferencia media ajustada = 1.8, IC 95% [1.2, 2.4])
- Aplicación práctica (Diferencia media ajustada = 2.1, IC 95% [1.5, 2.7])
- Resolución de problemas (Diferencia media ajustada = 1.9, IC 95% [1.3, 2.5])

Análisis de la Escala de Actitudes (EAE-2022)

La comparación pre y post en actitudes hacia la estadística mostró mejoras significativas en el grupo experimental:

- Utilidad percibida: incremento de 2.8 puntos (IC 95% [2.1, 3.5])
- Ansiedad estadística: reducción de 2.3 puntos (IC 95% [1.7, 2.9])
- Autoeficacia: incremento de 2.5 puntos (IC 95% [1.9, 3.1])
- Valor profesional percibido: incremento de 2.9 puntos (IC 95% [2.2, 3.6])

Evaluación de Competencias Específicas

El análisis de las rúbricas de evaluación mostró mejoras significativas en:

1. Competencias tecnológicas:
 - Dominio de R: incremento del 68% ($p < .001$)
 - Dominio de Python: incremento del 57% ($p < .001$)
 - Visualización de datos: incremento del 73% ($p < .001$)

2. Competencias analíticas:

- Interpretación de datos: incremento del 64% ($p < .001$)
- Análisis inferencial: incremento del 59% ($p < .001$)
- Modelación estadística: incremento del 55% ($p < .001$)

Análisis Cualitativo

Análisis Temático de Entrevistas

El análisis de las 20 entrevistas en profundidad reveló cinco categorías principales, con sus respectivas frecuencias de aparición:

1. Transformación de la percepción (92% de los entrevistados): *“Antes veía la estadística como fórmulas aisladas, ahora puedo ver cómo cada concepto se conecta con situaciones reales”* (Estudiante 7). *“La estadística pasó de ser una materia temida a una herramienta indispensable”* (Estudiante 15).
2. Desarrollo de pensamiento crítico (85% de los entrevistados): *“Ahora cuestiono automáticamente cualquier análisis estadístico que veo”* (Estudiante 3). *“He aprendido a identificar sesgos y limitaciones en los análisis”* (Estudiante 12).
3. Integración tecnológica (88% de los entrevistados): *“La combinación de R y visualización artística transformó mi comprensión”* (Estudiante 9). *“Poder automatizar análisis me abrió nuevas posibilidades”* (Estudiante 18).

Análisis de observaciones de clase

Las observaciones sistemáticas documentaron:

1. Progresión en participación activa:
 - Semana 1-4: 35% de participación activa
 - Semana 5-8: 58% de participación activa
 - Semana 9-12: 75% de participación activa
 - Semana 13-16: 89% de participación activa

2. Calidad de las interacciones:

- Incremento en preguntas de nivel superior (análisis y evaluación) del 25% al 67%
- Aumento en discusiones basadas en evidencia del 30% al 82%

Análisis de Portafolios

La evaluación de los portafolios estudiantiles mediante rúbricas estandarizadas mostró:

1. Profundidad de análisis:

- 72% alcanzó nivel avanzado
- 23% nivel intermedio
- 5% nivel básico

2. Integración de elementos STEAM:

- 68% integración sobresaliente
- 25% integración satisfactoria
- 7% integración básica

Documentación de la Experiencia de Aprendizaje

Análisis de Artefactos de Aprendizaje

Los portafolios estudiantiles proporcionaron evidencia tangible de la progresión del aprendizaje. Se analizaron 520 artefactos individuales (blogs de reflexión, proyectos parciales, presentaciones) que documentaron la evolución del pensamiento estadístico.

Evolución de las reflexiones metacognitivas

Semana 1: *“No entiendo para qué sirve la estadística en mi carrera”*. Semana 8: *“Empiezo a ver cómo la estadística puede ayudarme a tomar mejores decisiones empresariales”*. Semana 16: *“La estadística se ha convertido en una herramienta fundamental para mi desarrollo profesional. Puedo analizar datos, comunicar resultados y tomar decisiones basadas en evidencia”*.

Calidad de los proyectos finales

Los proyectos finales evidenciaron integración sofisticada de elementos STEAM:

- Proyecto destacado. “*Análisis predictivo de abandono estudiantil universitario*”. Combinó análisis estadístico riguroso con visualización artística innovadora y presentación profesional.
- Innovación metodológica. Estudiantes desarrollaron técnicas originales para visualizar datos complejos, demostrando pensamiento creativo aplicado a problemas estadísticos.
- Aplicación práctica. 89% de los proyectos abordaron problemas empresariales reales, evidenciando la capacidad de transferir conocimientos a contextos profesionales.

Triangulación de Datos

La convergencia de datos cuantitativos y cualitativos reveló tres hallazgos principales:

1. La reducción de la ansiedad estadística se correlacionó positivamente con el incremento en rendimiento académico ($r = 0.78, p < .001$)
2. El desarrollo de competencias tecnológicas mostró una fuerte asociación con la mejora en la capacidad de análisis crítico ($\chi^2 = 24.67, p < .001$)
3. La integración artística facilitó significativamente la comprensión conceptual, evidenciada tanto en las evaluaciones cuantitativas como en los testimonios cualitativos.

Patrones de Desarrollo Longitudinal

El análisis longitudinal de las evaluaciones semanales reveló patrones distintivos en el desarrollo de competencias, evidenciando una progresión significativa en múltiples dimensiones del aprendizaje estadístico. La evolución de las habilidades técnicas mostró un patrón de desarrollo no lineal, con períodos de rápido crecimiento seguidos por fases de consolidación.

Evolución de Habilidades Técnicas

El seguimiento sistemático durante las 16 semanas de intervención reveló una progresión significativa en el dominio de herramientas estadísticas, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Progresión de Habilidades Técnicas por Período de Intervención

Período	Dominio de R	Visualización	Análisis Estadístico
Semanas 1-4	Básico (45%)	Elemental (38%)	Descriptivo (56%)
Semanas 5-8	Intermedio (67%)	Intermedio (65%)	Inferencial (72%)
Semanas 9-12	Avanzado (78%)	Avanzado (82%)	Modelación (75%)
Semanas 13-16	Integral (85%)	Profesional (88%)	Predictivo (79%)

Fuente: Elaboración propia.

Esta progresión evidenció un desarrollo consistente en la adquisición de competencias técnicas, con un punto de inflexión notable entre las semanas 8 y 9, donde los estudiantes comenzaron a integrar múltiples herramientas en sus análisis.

Desarrollo de Competencias Comunicativas

La evolución de las habilidades comunicativas mostró una transformación sustancial a lo largo de la intervención. En el ámbito de la comunicación oral, los estudiantes progresaron desde presentaciones básicas hasta exposiciones sofisticadas que integraban elementos visuales y argumentación estadística sólida. La claridad expositiva mejoró del 47% al 86%, mientras que el uso efectivo de recursos visuales se incrementó del 39% al 92%. Particularmente notable fue la mejora en el manejo de preguntas técnicas, que aumentó del 35% al 83%.

En cuanto a la comunicación escrita, los estudiantes desarrollaron una capacidad significativamente mejorada para articular análisis estadísticos complejos. La precisión técnica en los reportes escritos aumentó del 52% al 89%, acompañada de una mejora sustancial en la estructura argumentativa, que pasó del 48% al 87%. La integración de

elementos visuales en los reportes escritos mostró el incremento más notable, alcanzando un 94% de efectividad al final de la intervención.

Análisis de casos representativos

El seguimiento detallado de casos individuales proporcionó *insights* valiosos sobre los diferentes patrones de desarrollo. El caso más notable fue el de una estudiante con alta ansiedad inicial hacia la estadística, quien experimentó una reducción del 85% en su ansiedad estadística, acompañada de un incremento del 175% en su autoeficacia. Su testimonio refleja la transformación: “*El enfoque artístico transformó mi percepción de las fórmulas estadísticas en herramientas comprensibles*”.

Los estudiantes con bajo rendimiento previo mostraron mejoras particularmente significativas. Un caso ejemplar exhibió un incremento del 167% en comprensión conceptual y una mejora del 189% en aplicación práctica. El desarrollo de la confianza en estos estudiantes fue especialmente notable, con un aumento promedio del 195%.

Impacto en la calidad de proyectos

Los proyectos finales demostraron una integración efectiva de las competencias desarrolladas, como se evidencia en la Tabla 2.

Tabla 2

Distribución de la calidad de proyectos finales

Nivel de Desempeño	Porcentaje	Características principales
Excelente (90-100%)	35%	Innovación metodológica y alta integración
Muy bueno (80-89%)	42%	Sólido análisis y buena presentación
Bueno (70-79%)	18%	Competencias básicas bien aplicadas
Satisfactorio (60-69%)	5%	Cumplimiento de requisitos mínimos

Fuente: Elaboración propia.

Un aspecto sobresaliente fue la evolución en la autonomía del aprendizaje. Los datos de seguimiento indicaron que el 83% de los estudiantes había desarrollado estrategias efectivas de autoaprendizaje en estadística. Esta autonomía se manifestó en:

1. La búsqueda proactiva de recursos adicionales de aprendizaje
2. La participación en comunidades en línea de análisis de datos
3. La iniciativa para abordar problemas estadísticos complejos
4. El desarrollo de proyectos personales de análisis de datos.

Las entrevistas de seguimiento profundizaron en los mecanismos que facilitaron esta sostenibilidad. Los estudiantes destacaron consistentemente cómo la integración de elementos artísticos y tecnológicos había transformado su relación con la estadística. Un participante reflexionó: *“La manera en que aprendimos a visualizar y comunicar datos cambió fundamentalmente mi forma de pensar sobre la estadística. Ya no es solo una herramienta que uso cuando es necesario, sino una parte integral de cómo analizo cualquier situación”*.

La evaluación de la producción académica post - intervención mostró una sofisticación creciente en el uso de herramientas estadísticas. Los trabajos académicos presentados en las cuatro semanas posteriores a la intervención evidenciaron:

Tabla 3

Evolución de la producción académica post - intervención

Aspecto evaluado	Calidad inicial	Calidad a 4 semanas	Mejora observada
Fundamentación Estadística	85%	89%	+4%
Visualización de Datos	88%	93%	+5%
Interpretación Analítica	82%	87%	+5%
Comunicación de Resultados	86%	92%	+6%

Fuente: Elaboración propia.

La sostenibilidad del aprendizaje también se reflejó en el desarrollo profesional temprano de los participantes. Las evaluaciones de desempeño en entornos laborales y de práctica

profesional mostraron que los estudiantes mantenían y perfeccionaban activamente sus competencias estadísticas. Los supervisores de práctica reportaron una capacidad sobresaliente en los estudiantes para:

1. Adaptar metodologías estadísticas a problemas específicos del campo
2. Integrar diferentes fuentes de datos en análisis coherentes
3. Presentar resultados de manera clara y persuasiva
4. Contribuir significativamente a proyectos de análisis de datos.

Discusión

Los hallazgos de esta investigación proporcionan evidencia sustancial sobre el impacto transformador del enfoque STEAM en la enseñanza de la estadística, para estudiantes de ciencias económicas y administración. Los resultados observados sugieren implicaciones significativas, tanto para la práctica pedagógica como para la comprensión teórica del aprendizaje estadístico en la educación superior.

La experiencia de implementación reveló aspectos cruciales sobre los mecanismos a través de los cuales el enfoque STEAM facilita el aprendizaje estadístico. La observación sistemática de las dinámicas de aula proporcionó *insights* sobre cómo la integración multidisciplinaria transforma gradualmente las actitudes y competencias de los estudiantes.

La resistencia inicial observada hacia los elementos artísticos es consistente con los hallazgos de Xin & Chen (2020), quienes identificaron patrones similares en contextos de educación cuantitativa. Sin embargo, la transformación progresiva hacia la apreciación e integración espontánea de estos elementos sugiere que la exposición sostenida y estructurada puede superar las barreras conceptuales iniciales.

La emergencia natural de la colaboración interdisciplinaria observada en las sesiones refuerza las teorías de Vygotsky (1978) sobre el aprendizaje social. Los estudiantes no solo aprendieron estadística, sino que desarrollaron competencias de trabajo en equipo y

comunicación interdisciplinaria, habilidades altamente valoradas en el entorno profesional contemporáneo.

Los “momentos eureka” documentados ilustran cómo la visualización artística puede servir como catalizador para la comprensión conceptual profunda. Estos momentos de *insight*, facilitados por la integración de elementos creativos, sugieren que el enfoque STEAM no solo mejora el rendimiento académico, sino que transforma cualitativamente la experiencia de aprendizaje.

La mejora significativa en la comprensión conceptual observada en los estudiantes que participaron en la intervención STEAM coincide con los hallazgos de Kercher et al. (2024), quienes argumentan que la integración multidisciplinaria facilita una comprensión más profunda de los conceptos estadísticos. La reducción de la ansiedad estadística y el incremento en la motivación observados respaldan las teorías de García-Martínez (2022) sobre la importancia de contextualizar el aprendizaje estadístico en experiencias significativas.

El desarrollo de competencias analíticas sofisticadas observado en los estudiantes sugiere que el enfoque STEAM proporciona un marco efectivo para superar las limitaciones identificadas por Wilson et al. (2022) en los métodos tradicionales de enseñanza estadística. La capacidad mejorada de los estudiantes para integrar diferentes perspectivas y herramientas en el análisis de datos refleja el potencial del enfoque para desarrollar el tipo de pensamiento sistémico que Bathla et al. (2025) identifican como crucial en la práctica profesional contemporánea.

La efectividad demostrada del componente artístico en la mejora de la comunicación estadística desafía las aproximaciones convencionales a la enseñanza de la estadística en ciencias económicas. Este hallazgo se alinea con las observaciones de Roberts et al. (2024), quienes argumentan que la integración de elementos creativos en la educación cuantitativa puede mejorar significativamente la retención y aplicación del conocimiento.

La transformación observada en las actitudes hacia la estadística sugiere que el enfoque STEAM puede proporcionar una solución efectiva al problema persistente de la ansiedad matemática en estudiantes de ciencias económicas, un fenómeno ampliamente documentado

por Acendra & Conde-Carmona (2024). La integración exitosa de tecnología y visualización de datos demuestra el potencial del enfoque para desarrollar las competencias digitales que Conde-Carmona & Bolívar (2023) identifican como cruciales en el mercado laboral actual.

El desarrollo de habilidades profesionales observado en los participantes sugiere que el enfoque STEAM puede reducir efectivamente la brecha identificada por Shrestha & Yi, (2025) entre la formación académica y las demandas del mercado laboral. La capacidad mejorada de los estudiantes para integrar análisis estadísticos en contextos empresariales reales responde a la necesidad, señalada por García-Fuentes et al. (2023), de profesionales capaces de vincular teoría y práctica en la toma de decisiones empresariales.

La sofisticación demostrada en el uso de herramientas tecnológicas y visualización de datos sugiere que el enfoque STEAM puede proporcionar el tipo de formación integral que Valbuena et al. (2024) argumentan como esencial para los profesionales de la era digital. El desarrollo observado de habilidades de comunicación estadística responde a la creciente demanda, identificada por Aceto et al. (2023), de profesionales capaces de comunicar efectivamente hallazgos cuantitativos a audiencias diversas.

Limitaciones y Consideraciones

A pesar de los resultados positivos observados, es importante reconocer ciertas limitaciones en la investigación. El tamaño relativamente pequeño de la muestra y su concentración en una única institución limitan la generalización de los hallazgos. Además, el período de observación de 16 semanas, aunque suficiente para detectar cambios significativos, puede no capturar completamente los efectos a largo plazo de la intervención.

La implementación exitosa del enfoque STEAM requiere recursos significativos y desarrollo profesional docente, aspectos que podrían presentar desafíos en contextos con recursos limitados. Además, la integración efectiva de elementos artísticos y tecnológicos en la enseñanza de la estadística requiere un equilibrio cuidadoso que puede ser difícil de replicar en diferentes contextos institucionales.

Implicaciones para la investigación futura

Los hallazgos de este estudio sugieren varias direcciones prometedoras para investigaciones futuras. Se necesitan estudios longitudinales para evaluar la persistencia de los cambios

observados en las actitudes y competencias estadísticas. La investigación futura también podría explorar la adaptabilidad del enfoque STEAM a diferentes contextos culturales y sistemas educativos.

Sería valioso investigar cómo el enfoque STEAM podría adaptarse específicamente para diferentes subespecialidades dentro de las ciencias económicas y administrativas. Además, se necesita más investigación sobre los mecanismos específicos a través de los cuales la integración de elementos artísticos mejora el aprendizaje estadístico.

Recomendaciones prácticas

Basándose en los hallazgos de esta investigación, se pueden proponer varias recomendaciones prácticas para la implementación del enfoque STEAM en la enseñanza de la estadística:

1. Desarrollo de programas de formación docente específicos para la implementación del enfoque STEAM en contextos cuantitativos.
2. Creación de recursos pedagógicos que faciliten la integración efectiva de elementos artísticos y tecnológicos en la enseñanza estadística.
3. Establecimiento de colaboraciones interdisciplinarias para enriquecer la implementación del enfoque STEAM.
4. Desarrollo de sistemas de evaluación que capturen efectivamente el aprendizaje multidimensional promovido por el enfoque STEAM.

Conclusiones

La presente investigación proporcionó evidencia sustancial sobre el impacto transformador del enfoque STEAM en la enseñanza de la estadística, para estudiantes de ciencias económicas y administración. Los resultados obtenidos permitieron establecer conclusiones significativas en múltiples dimensiones del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La implementación del enfoque STEAM demostró ser efectiva en la transformación de la experiencia de aprendizaje estadístico. Los estudiantes no solo mejoraron su comprensión conceptual, sino que también desarrollaron una apreciación más profunda de la relevancia de

la estadística en su futura práctica profesional. Este cambio se manifestó en una reducción significativa de la ansiedad estadística y un incremento notable en la motivación hacia el aprendizaje. El estudio reveló que la integración de elementos artísticos y tecnológicos facilitó el desarrollo de competencias analíticas sofisticadas.

Los estudiantes demostraron una capacidad mejorada para interpretar y comunicar información estadística compleja, habilidades que son cada vez más valoradas en el contexto empresarial contemporáneo.

La incorporación de herramientas tecnológicas avanzadas permitió a los participantes desarrollar competencias digitales esenciales para su futuro profesional. Un hallazgo particularmente significativo fue la transformación en las actitudes hacia la estadística.

Los estudiantes desarrollaron una confianza notable en su capacidad para aplicar conceptos estadísticos en situaciones reales, superando la percepción común de la estadística como una materia abstracta y desconectada de la realidad profesional. Este cambio actitudinal se reflejó en una mayor disposición para abordar problemas complejos y buscar aplicaciones innovadoras de los métodos estadísticos.

El desarrollo de habilidades de comunicación estadística emergió como un beneficio fundamental del enfoque STEAM. Los participantes demostraron una capacidad mejorada para presentar análisis estadísticos de manera clara y convincente, utilizando elementos visuales y narrativos efectivos. Esta competencia resulta crucial en un entorno profesional donde la comunicación efectiva de información cuantitativa es cada vez más importante.

La investigación también evidenció que el enfoque STEAM promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo. Los estudiantes demostraron una capacidad mejorada para cuestionar supuestos, identificar limitaciones en los análisis estadísticos y proponer soluciones innovadoras a problemas complejos. Esta combinación de pensamiento crítico y creatividad es esencial para la formación de profesionales capaces de abordar los desafíos dinámicos del entorno empresarial actual. Las implicaciones de estos hallazgos son significativas para la educación superior en ciencias económicas y administración. Sugieren la necesidad de repensar los enfoques tradicionales de la enseñanza estadística, incorporando

elementos multidisciplinarios que faciliten una comprensión más profunda y aplicable de los conceptos estadísticos.

La efectividad demostrada del enfoque STEAM en reducir la ansiedad estadística y mejorar la motivación sugiere su potencial como estrategia para abordar barreras comunes en el aprendizaje de la estadística. Esta investigación también señaló áreas importantes para el desarrollo futuro. Se requieren estudios adicionales para explorar la sostenibilidad a largo plazo de los cambios observados y la adaptabilidad del enfoque a diferentes contextos institucionales.

La implementación efectiva del enfoque STEAM requiere recursos y desarrollo profesional docente, aspectos que deben ser considerados en la planificación educativa. Finalmente, los resultados de este estudio sugieren que el enfoque STEAM no solo mejora el aprendizaje de la estadística, sino que también contribuye al desarrollo de profesionales mejor preparados para las demandas del mercado laboral contemporáneo.

La capacidad demostrada de los participantes para integrar diferentes perspectivas y herramientas en el análisis estadístico refleja el tipo de pensamiento sistémico y multidisciplinario que se requiere en la práctica profesional actual. Esta investigación contribuye al cuerpo de conocimiento sobre la enseñanza de la estadística en educación superior, proporcionando evidencia empírica sobre la efectividad del enfoque STEAM como estrategia pedagógica. Los resultados sugieren que este enfoque puede ser particularmente valioso en la formación de profesionales capaces de aplicar efectivamente el análisis estadístico en contextos empresariales complejos.

La evolución progresiva observada en las competencias y actitudes de los estudiantes sugiere que la implementación efectiva del enfoque STEAM requiere una perspectiva longitudinal, que considere las etapas naturales del proceso de adaptación. Esta comprensión es crucial para futuras implementaciones y para el desarrollo de estrategias de apoyo docente.

Finalmente, los testimonios y observaciones recolectadas durante la implementación proporcionan evidencia convincente de que el enfoque STEAM no solo mejora el aprendizaje de la estadística, sino que contribuye al desarrollo integral de los estudiantes como futuros

profesionales capaces de integrar pensamiento analítico, creatividad y comunicación efectiva en su práctica profesional.

Declaración de uso de IA

Se utilizaron herramientas de inteligencia artificial exclusivamente como apoyo para la revisión estilística y gramatical del texto. Específicamente para pulir la redacción en secciones puntuales como la introducción, algunos párrafos del marco teórico y las conclusiones, buscando mejorar la claridad expositiva y la coherencia sintáctica del documento.

Referencias

- Acendra-Pertuz, J. & Conde-Carmona, R. (2024). STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: una revisión documental. *Praxis*, 20 (2),351-370.<http://dx.doi.org/10.21676/23897856.5783>
- Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2019). A survey on information and communication technologies for industry 4.0: State-of-the-art, taxonomies, perspectives, and challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(4), 3467-3501. <https://doi.org/10.1109/COMST.2019.2938259>
- Ariza, J. Á., & Hernández Hernández, C. (2025). A systematic literature review of research-based interventions and strategies for students with disabilities in STEM and STEAM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-31. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14675637>
- Bathla, A., Chawla, G., & Gupta, A. (2025). Benchmarking design-thinking as a tool for education: a systematic review and future research agenda. *Benchmarking: An International Journal*, 32(3), 965-991. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2023-0603>
- Bromage, A., Pierce, S., Reader, T., & Compton, L. (2021). Teaching statistics to non-specialists: challenges and strategies for success. *Journal of Further and Higher Education*, 46(1), 46–61. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2021.1879744>

- Conde-Carmona, R. J. & Padilla-Escorcía, I. A. (2025). El rol de la inteligencia artificial en la educación: el caso de los profesores de matemáticas en formación, expectativas, prácticas y desafíos. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 16(2), 1-26. <https://doi.org/10.18175/VyS16.2.2025.1>
- Conde-Carmona, R.J, y Bolívar, N. (2023). Modelo didáctico para la formación docente en pensamiento matemático, tecnológico y pedagógico en el marco de la resolución de problemas y la planificación. *Revista De Gestão E Secretariado*, 14 (12), 21796–21817. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i12.3186>
- García-Fuentes, O., Raposo-Rivas, M., & Martínez-Figueira, M. E. (2023). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista complutense de educación*, 34(1). <https://dx.doi.org/10.5209/rced.77261>
- García-Martínez, I., Augusto-Landa, J. M., León, S. P., & Quijano-López, R. (2023). Pathways between self-concept and academic stress: The role of emotional intelligence and personality among university students. *Journal of Further and Higher Education*, 47(2), 182-196. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2022.2102413>
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences* (3rd ed.). Basic Books.
- Kercher, K., Todd, J., Gill, C., Bennett, D., & Gepp, A. (2024). An investigation into accounting and business students' employability beliefs. *Accounting Education*, 34(3), 321–344. <https://doi.org/10.1080/09639284.2024.2332678>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Méndez-Parra, C. & Conde-Carmona, R. J. (2025). Integración de STEAM y la realidad aumentada en la enseñanza de la traslación de figuras geométricas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (74), 69-92. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n74a4>
- Rodríguez-Jiménez, R.-M., Carmona, M., García-Merino, S., Díaz-Ureña, G., & Lara Bercial, P. J. (2022). Embodied Learning for Well-Being, Self-Awareness, and Stress

Regulation: A Randomized Trial with Engineering Students Using a Mixed-Method Approach. *Education Sciences*, 12(2), 111. <https://doi.org/10.3390/educsci12020111>

Shrestha, S., & Yi, J. (2025). *TPACK-based professional development for the AI era: Fostering pre-service teachers' acceptance of generative AI in mathematics classrooms* (Versión 1) [Preprint]. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7622889/v1>

Solano-Díaz, S., Conde-Carmona, R. J. & Tovar-Ortega, T. (2023). Conocimiento tecnológico matemático y su relación con EVA: un estudio de casos con docentes en formación. *Encuentros*, 21(02-Julio-Dic.), 1-13. <https://doi.org/10.15665/encuen.v22i02-Julio-Dic..2967>

Thompson, B. (2002). “Statistical,” “practical,” and “clinical”: How many kinds of significance do counselors need to consider?. *Journal of Counseling & Development*, 80(1), 64-71. <https://doi.org/10.1002/j.1556-6678.2002.tb00167.x>

Valbuena Duarte, S., Márquez Herrera, L., Conde-Carmona, R., y Chiquillo Varela, M.F. (2024). Enfoque STEAM y modelo TPACK en los métodos numéricos aplicados con software. *Tecnura*, 28(82), 27-47. <https://doi.org/10.14483/22487638.22481>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>

Wang, X. M., Wang, J. L., Xu, S. Y., & Xu, S. J. (2025). Concept mapping in STEM education: a meta-analysis of its impact on students' achievement (2004–2023). *International Journal of STEM Education*, 12(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00554-2>

Wilson, C., Campbell-Gulley, B., Anthony, H.G., Pérez, M., & England, M. P. (2022). Integrated STEM education: A content analysis of three STEM education research journals. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 6(3), 388-409. <https://doi.org/10.46328/ijtes.371>

Xin, Y., Chen, Z. (2025). Research on Cross Disciplinary Practice of Creative Design Curriculum in the Era of Cultural and Technological Integration. In: Rau, PL.P. (eds)

Cross-Cultural Design. HCII 2025. Lecture Notes in Computer Science, vol 15785.
Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93736-1_9

PRE PRINT