

Innovación educativa y emprendimiento científico en universidades de América Latina: Guatemala, Colombia y México

Educational innovation and scientific entrepreneurship in Latin American universities: Guatemala, Colombia, and Mexico

 **Carlos Enrique George-Reyes¹**, Tecnológico de Monterrey (México)

 **Ana Sofía de la Cruz Padilla**, Universidad del Valle de Guatemala (Guatemala)

 **Edgar Omar López-Caudana**, Tecnológico de Monterrey (México)

Resumen

Este estudio examinó el impacto de la plataforma web OpenEdR4C en el desarrollo de habilidades de emprendimiento científico en estudiantes universitarios de tres instituciones en América Latina: el Tecnológico de Monterrey (México), la Universidad Sergio Arboleda (Colombia) y la Universidad Rafael Landívar (Guatemala). Se utilizó un diseño cuasiexperimental sin grupo de control, con una muestra intencional de 409 estudiantes que participaron en un taller presencial apoyado por la plataforma. Se aplicó el cuestionario university-ec, validado por expertos (V de Aiken = 0.8838), con cuatro dimensiones: colaboración, conocimiento, diseño de proyectos e investigación. El análisis incluyó estadística descriptiva, visualización de datos y pruebas t de Student. Los resultados mostraron que los estudiantes de la Universidad Sergio Arboleda reportaron las medias más altas en todas las dimensiones, con menor dispersión en sus respuestas, lo que sugiere una experiencia formativa más homogénea. En contraste, los estudiantes del Tecnológico de Monterrey y la Universidad Rafael Landívar mostraron mayor variabilidad en sus autovaloraciones. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre universidades ni entre géneros. Se concluye que la plataforma promueve percepciones positivas sobre el desarrollo de habilidades emprendedoras y destaca su potencial como herramienta educativa digital en contextos universitarios diversos.

Abstract

This study examined the impact of the OpenEdR4C web platform on the development of scientific entrepreneurship skills among university students from three Latin American institutions: Tecnológico de Monterrey (Mexico), Universidad Sergio Arboleda (Colombia), and Universidad Rafael Landívar (Guatemala). A quasi-experimental design without a control group was applied, using a purposive sample of 409 students who participated in a face-to-face workshop supported by the platform. The university-ec questionnaire, validated by experts (Aiken's $V = 0.8838$), was used to assess four dimensions: collaboration, knowledge, project design, and research skills. The analysis included descriptive statistics, data visualization, and Student's t -tests. Results showed that students from Universidad Sergio Arboleda reported the highest means across all dimensions and displayed the least variability in their responses, suggesting a more homogeneous formative experience. In contrast, students from Tecnológico de Monterrey and Universidad Rafael Landívar exhibited greater variability in their self-assessments. No statistically significant differences were found between universities or between genders. The study concludes that the platform fosters positive perceptions regarding the development of entrepreneurial skills and highlights its potential as a digital educational tool in diverse university settings.

Palabras clave / Keywords

Emprendimiento científico, estudio comparado, pensamiento complejo, innovación educativa.
Scientific Entrepreneurship, Comparative Study, Complex Thinking, Educational Innovation

¹ Autor de correspondencia: cgeorge@tec.mx

1. Introducción

Diversos organismos internacionales, como la UNESCO (2009) y el Foro Económico Mundial (2023), han instado a las instituciones de educación superior a adoptar una cultura emprendedora que les permita anticiparse y responder a las necesidades sociales y a los empleos del futuro (Carroz et al., 2023). En este contexto, las universidades desempeñan un papel crucial en la creación y fortalecimiento de ecosistemas emprendedores (Calanchez et al., 2022). Sin embargo, en América Latina, la falta de una educación empresarial adecuada sigue siendo un obstáculo significativo para fomentar el empleo y el espíritu emprendedor (Uribe-Toril et al., 2019). Además, la limitada disponibilidad de financiamiento y recursos necesarios para la implementación de ideas emprendedoras restringe considerablemente las oportunidades de los estudiantes y emprendedores emergentes en la región (Bahena-Álvarez et al., 2019).

Instituciones y gobiernos a nivel global han impulsado la adopción de una mentalidad más innovadora, sostenible y crítica para las generaciones futuras (Banha et al., 2022). Al preparar a los jóvenes para asumir un rol activo y dinámico, se les podría dotar de las herramientas necesarias para enfrentar y destacar en un mundo cada vez más competitivo (Alourhzal et al., 2021). Esto, a su vez, promovería la formación de ciudadanos comprometidos y capacitados para desarrollar soluciones innovadoras que generen un impacto positivo en la sociedad (Sneader & Singhal, 2021).

En este contexto, las universidades se destacan como entornos esenciales para el fomento del espíritu emprendedor, desempeñando un papel clave al proporcionar el ecosistema necesario para apoyar el emprendimiento científico (Chepureenko et al., 2019). Esto incluye no solo el impulso a la ciencia y la tecnología, sino también la provisión de infraestructura y financiamiento adecuados (Bojko et al., 2021). La implementación de estrategias que promuevan la educación en emprendimiento científico entre los estudiantes podría contribuir significativamente a fomentar la capacidad de generar soluciones creativas y efectivas frente a desafíos complejos, impulsando así la innovación, el progreso, el crecimiento económico y la generación de empleo (Cerver et al., 2021).

A pesar del reconocimiento de la importancia del emprendimiento científico, persisten brechas significativas, como la falta de integración en el currículo, el acceso limitado a financiamiento y recursos, el déficit en la formación de habilidades emprendedoras, y la desconexión entre lo que se enseña en las universidades y lo que ocurre en el ecosistema emprendedor local e internacional (Banha et al., 2022). Por ello, es importante que los currículos logren un equilibrio entre el conocimiento teórico y práctico del emprendimiento científico, y que incluyan la oferta de cursos adicionales relacionados con el tema (Valenzuela-Keller, 2022).

Por otra parte, para impulsar el emprendimiento científico, las plataformas digitales son herramientas fundamentales (Stoliarchuk et al., 2022), ya que ofrecen materiales educativos, cursos en línea, tutoriales, simulaciones y entornos interactivos que facilitan la adquisición de conocimientos y habilidades técnicas en un contexto seguro (Wang & Li, 2022). Estas plataformas no solo apoyan la transformación de ideas en proyectos exitosos, sino que también acercan a los estudiantes a la realidad del mundo empresarial (González-Calatayud et al., 2022; García-Tudela et al., 2021).

Si bien el presente estudio representa una innovación metodológica al incorporar una plataforma digital para el desarrollo de habilidades de emprendimiento científico en contextos universitarios latinoamericanos, resulta pertinente situar sus aportaciones en diálogo con investigaciones previas. En comparación con estudios como los de Blankesteijn et al. (2021) y Kantis y Angelelli (2020), que han documentado los desafíos estructurales y pedagógicos de la educación para el emprendimiento en América Latina, esta investigación aporta evidencia empírica sobre el uso de recursos digitales como facilitadores de experiencias formativas más homogéneas y efectivas. A diferencia de enfoques centrados exclusivamente en la transferencia tecnológica o en la creación de *spin-offs*, el presente estudio valora el emprendimiento científico como un proceso formativo integral, anclado en el pensamiento complejo, la colaboración y la autovaloración de competencias. Este enfoque permite ampliar la perspectiva tradicional del campo, proponiendo nuevas rutas para su transformación educativa desde una lógica comparada y digitalmente mediada.

En esta investigación, se comparan las habilidades para el emprendimiento científico percibidas por estudiantes de tres universidades latinoamericanas después de participar en una experiencia formativa mediada por una plataforma web llamada OpenEdR4C. La pregunta que guio el estudio fue: ¿Cómo varía la autovaloración de habilidades de emprendimiento científico entre estudiantes universitarios de Guatemala, Colombia y México tras el uso de la plataforma OpenEdR4C?

2. Marco teórico

2.1 El emprendimiento científico en la educación superior

Acontecimientos como la pandemia de COVID-19, han puesto de manifiesto la necesidad de que la educación superior evolucione, dotando a los estudiantes de las competencias necesarias para una especialización adecuada y la capacidad de enfrentar desafíos en situaciones de incertidumbre (Montes et al., 2020; Bernate & Fonseca, 2023). En este contexto, el emprendimiento científico en la educación se presenta como un catalizador para mejorar las oportunidades, ya que permite que el conocimiento y las innovaciones generadas a través de la investigación científica se transformen en productos, servicios o empresas (Vernaza et al., 2020).

El emprendimiento científico se define como una solución transformadora que aborda problemas existentes o necesidades no atendidas en el entorno social, beneficiándose de un ecosistema dinámico que integra los sectores académico, privado, público y social (Fernández et al., 2022; Zúñiga et al., 2021). La colaboración entre estos sectores, formando una hélice de innovación, es clave para la transferencia de tecnología, el desarrollo de productos innovadores y la promoción de un desarrollo económico y sostenible (Olumekor, 2022). Además, un entorno regulatorio favorable y un enfoque en la responsabilidad social aseguran que las innovaciones contribuyan al bienestar común (Corona-Treviño, 2023).

Este abarca la transferencia de tecnología, la creación de spin-offs universitarias, startups científicas y la colaboración entre academia e industria para la comercialización de innovaciones, actuando como una fuente clave de innovación y creación de empleo (Becker et al., 2022; Piñeiro-Chousa, 2020). Al promover el desarrollo de conocimientos y habilidades empresariales en estudiantes, académicos e investigadores, este enfoque no solo impulsa la creación de nuevas empresas y empleos, sino que también mejora las condiciones de vida y fomenta el crecimiento económico en países y regiones (Colombelli et al., 2021).

Fortalecer las alianzas entre las instituciones de educación superior y los sectores privado, gubernamental y social es crucial para maximizar el impacto del emprendimiento científico (Rincón et al., 2022). Esta colaboración no solo facilita la transferencia de conocimientos y tecnologías, sino que también crea un marco de apoyo mutuo que impulsa soluciones innovadoras y sostenibles, alineadas con las necesidades del mercado y la sociedad (Pardo et al., 2020). Al mismo tiempo, el emprendimiento científico en la educación superior fomenta el espíritu emprendedor en estudiantes, académicos e investigadores (Maza-Ávila et al., 2024), preparándolos para enfrentar desafíos globales y promoviendo una cultura de colaboración y aprendizaje continuo (Kreiterling, 2023), donde las universidades actúan como catalizadoras de la innovación y el progreso social (Stoliarchuk et al., 2022).

A pesar de su relevancia, las competencias en emprendimiento científico-tecnológico siguen siendo insuficientes para enfrentar los desafíos laborales actuales (Cheng, 2022). Dado su papel decisivo en la innovación, el desarrollo tecnológico, la creación de empleo, el crecimiento económico y el fortalecimiento del ecosistema de innovación, es fundamental que la formación universitaria incluya programas y actividades que fomenten competencias en pensamiento crítico, resolución de problemas, investigación, creatividad, innovación y gestión de proyectos (Mindt & Rieckmann, 2017), por otra parte, los estudios sobre este tema tienden a centrarse en contextos locales o en niveles específicos de formación, dejando pendiente una evaluación comparada de plataformas educativas digitales como mediadoras en la adquisición de competencias emprendedoras.

2.2 Desafíos del emprendimiento científico en las universidades

En el continente asiático, economías como Japón, Corea del Sur, Hong Kong, Singapur y Taiwán han implementado sistemas nacionales de innovación que promueven la investigación y el desarrollo (Blankesteyn et al., 2021). En contraste, América Latina enfrenta el desafío de mantenerse al ritmo de los rápidos avances en el emprendimiento científico-tecnológico, a pesar de que varios países de la región han incrementado la inversión pública en investigación y desarrollo (Kantis & Angelelli, 2020). Sin embargo, a diferencia de sus contrapartes asiáticas, donde existe una articulación estratégica entre gobierno, universidades e industria para garantizar la continuidad y efectividad de los ecosistemas de innovación, en América Latina predomina la fragmentación institucional, la falta de incentivos fiscales y la limitada implementación de políticas públicas sostenidas. Mientras que en Asia el emprendimiento científico es promovido como una prioridad nacional y respaldado con marcos regulatorios estables y financiamiento escalable, en la región latinoamericana persisten barreras estructurales que impiden que la inversión en I+D se traduzca en impactos tangibles sobre la economía del conocimiento (Giraud et al., 2019).

Es esencial contar con un ecosistema que priorice competencias básicas, innovación, investigación y la inversión en tecnologías y recursos sostenibles (Banha et al., 2022). La inversión en recursos humanos, capacidad investigativa en áreas específicas, y la adquisición de equipos, software especializado y tecnología digital es concluyente para impulsar el emprendimiento técnico-científico (Stoliarchuk et al., 2022). El financiamiento adecuado y un sistema robusto de investigación y desarrollo son decisivos para que la innovación y el emprendimiento trasciendan el ámbito local y logren un impacto significativo a nivel económico y social (Bojko et al., 2021). Sin una base sólida que permita a la innovación integrarse en un mercado competitivo, cualquier emprendimiento corre el riesgo de fracasar prematuramente.

La creación y desarrollo del emprendimiento científico dependen de condiciones organizacionales y sistémicas, que incluyen la alineación de las agendas de investigación con los problemas sociales y las necesidades empresariales, así como una cultura institucional que facilite la creación de emprendimientos científicos (Kantis & Angelelli, 2020). Sin embargo, el avance en esta área se ve limitado por la débil contribución de las plataformas de ciencia y tecnología y la falta de propuestas innovadoras por parte de las empresas. Además, las agendas de investigación universitarias a menudo están desvinculadas de los problemas sociales, lo que subraya la necesidad de una mayor integración y colaboración entre instituciones académicas, empresas y gobiernos para fortalecer el ecosistema de innovación y abordar eficazmente los desafíos socioeconómicos actuales (Chepureenko et al., 2019).

Por otro lado, los estudiantes enfrentan desafíos como la falta de una formación empresarial sólida y la carencia de experiencia práctica en gestión, lo que limita su capacidad para anticipar cambios y resolver problemas en el proceso emprendedor (Cheng, 2022). Además, la ausencia de redes de apoyo y mentoría dentro de las universidades es una barrera significativa, ya que estas redes son necesarias para ofrecer orientación, compartir experiencias y facilitar oportunidades de colaboración (Kosmynin, 2022). Estos recursos pueden restringir la capacidad de los estudiantes para desarrollar y mantener iniciativas emprendedoras, subrayando la importancia de un entorno educativo que equilibre la teoría con la práctica y que promueva la conexión con profesionales del sector.

Por lo tanto, el emprendimiento científico en las universidades enfrenta múltiples desafíos, que van desde la necesidad de infraestructura y financiamiento adecuados hasta la falta de una formación empresarial sólida y redes de apoyo para los estudiantes (Kreiterling, 2023). Aunque se han logrado avances en algunas regiones, la interdependencia entre la investigación, la innovación y el financiamiento es esencial para alcanzar un impacto económico y social significativo (Calanchez et al., 2022).

2.3 Educación para el emprendimiento científico

El *Future of Jobs Report* (2023) del World Economic Forum destaca la necesidad de que los sistemas educativos respondan a los cambios tecnológicos y sociales que configuran los empleos del futuro. En este contexto, se vuelve indispensable que las universidades desarrollen en los estudiantes habilidades clave como el pensamiento analítico, la creatividad, la alfabetización digital y el espíritu emprendedor (Bhatia & Levina, 2020). En América Latina, la implementación de la educación emprendedora ha sido desigual, enfrentando barreras como la rigidez curricular, la baja institucionalización de estas competencias y la desconexión entre la academia y los entornos productivos (Valenzuela-Keller, 2022; Martínez et al., 2019).

Ante ello, los líderes universitarios y tomadores de decisiones en la región deben repensar cómo integrar enfoques interdisciplinarios y prácticas interactivas que permitan conectar la formación con las demandas reales del entorno (Cunningham & Menter, 2021). La literatura especializada reconoce que la educación emprendedora no solo potencia la mentalidad empresarial, sino que también contribuye al desarrollo socioeconómico mediante la estimulación de competencias como la creatividad, la inteligencia práctica y el compromiso social (Blankesteijn et al., 2021; Azqueta & Naval, 2023; Calanchez et al., 2022).

Además, diversos estudios han documentado beneficios concretos como el aumento de la motivación, la disposición a asumir riesgos y el interés por resolver problemas sociales a través del conocimiento científico y tecnológico (Gavilanes et al., 2021; Alves et al., 2019). En este sentido, el presente estudio contribuye al campo al analizar la eficacia de OpenEdR4C, una plataforma educativa digital centrada en el emprendimiento científico y el pensamiento complejo, aplicada en contextos latinoamericanos.

Esta herramienta no solo permite a los estudiantes diseñar proyectos con enfoque social, sino que promueve la autovaloración de competencias claves en colaboración, diseño e investigación. Así, la experiencia formativa apoyada en OpenEdR4C responde a la necesidad regional de consolidar prácticas educativas innovadoras y prácticas, alineadas con los desafíos contemporáneos del desarrollo y el empleo (Rincón et al., 2022).

2.4 Plataformas educativas digitales para enseñar emprendimiento científico

La creciente demanda de capacidad de innovación en la sociedad actual ha convertido este aspecto en un criterio clave para la contratación empresarial (Wang & Li, 2022). La implementación de tecnología, herramientas digitales, plataformas educativas e inteligencia artificial en la educación superior es esencial para potenciar el emprendimiento científico y mejorar las competencias en innovación y emprendimiento (Tkachenko et al., 2019). Estas plataformas educativas, al proporcionar entornos interactivos, recursos actualizados y métodos pedagógicos innovadores, promueven el desarrollo de habilidades emprendedoras y preparan a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mercado laboral contemporáneo (Tohanean & Weiss, 2019).

La educación mediada por la tecnología ha ganado gran relevancia en la última década, ofreciendo una oportunidad valiosa para cultivar talentos innovadores mediante el uso de herramientas y recursos digitales en línea (Wang & Li, 2022). La integración de tecnología virtual en el proceso de enseñanza y aprendizaje no solo es un tema actual, sino que también puede mejorar significativamente las habilidades de innovación en estudiantes, académicos e investigadores, promoviendo una cultura de innovación y emprendimiento en el ámbito académico (Tkachenko et al., 2019).

Estas plataformas ofrecen una experiencia educativa avanzada en línea, integrando inteligencia artificial, multimedia, interfaces de usuario interactivas y gamificación impulsada por la Industria 4.0 (Lopez-Caudana et al., 2024). Además, no solo facilitan el desarrollo de competencias clave, sino que también empoderan a los estudiantes para crear proyectos de emprendimiento social (Cruz-Sandoval et al., 2022), promoviendo la construcción de iniciativas basadas en el pensamiento complejo a través del uso de recursos educativos abiertos (Vázquez-Parra et al., 2024). En este sentido, la plataforma OpenEdR4C se inserta como una herramienta que articula estos componentes emergentes mediante una propuesta formativa autogestionable y transdisciplinaria, orientada al fomento del emprendimiento científico, social y tecnológico. Su diseño permite a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas desde una lógica de innovación contextualizada, impulsando la apropiación crítica del conocimiento y su transferencia hacia soluciones aplicadas. Así, estas tecnologías no solo transforman los métodos de enseñanza, sino que reconfiguran las posibilidades del aprendizaje emprendedor en entornos universitarios latinoamericanos.

3. Metodología

Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño cuasiexperimental sin grupo de control, utilizando un muestreo intencional (Althubaiti & Althubaiti, 2024). La elección de este diseño respondió a la naturaleza aplicada del estudio y a las restricciones institucionales que impedían la asignación aleatoria de participantes o la inclusión de un grupo de comparación. En lugar de emplear un pretest-posttest, se optó por una evaluación posterior a la intervención para recoger la percepción de los estudiantes sobre sus habilidades para el emprendimiento científico tras su participación en una experiencia formativa mediada por la plataforma web OpenEdR4C. Esta decisión metodológica se justificó por el objetivo exploratorio del estudio, enfocado en valorar las autovaloraciones en un contexto real de implementación, más que en establecer causalidad directa. El estudio se llevó a cabo durante el mes de abril de 2024 e incluyó a estudiantes de tres universidades latinoamericanas, permitiendo un análisis comparativo entre contextos institucionales diversos.

3.1 Participantes

Participaron 409 estudiantes universitarios que se encontraban matriculados en distintos programas educativos de nivel profesional 221 del Tecnológico de Monterrey (ITESM), 82 de la Universidad Sergio Arboleda (USA) y 106 de la Universidad Rafael Landívar (URL). El muestreo fue no probabilístico por conveniencia (Novielli et al., 2023). No se realizó un cálculo previo del tamaño muestral, dado el carácter exploratorio del estudio y las condiciones logísticas específicas de cada institución, todos los estudiantes participaron en un taller presencial llamado Emprendimiento Científico para el Futuro de la Educación, previamente los estudiantes conocieron los contenidos y las actividades por realizar ingresando y registrándose a la plataforma digital OpenEDR4C (<https://openedr4c.world>), la cual es una plataforma abierta y autogestionable enfocada en la enseñanza del emprendimiento científico, social y tecnológico. En la Tabla 1 puede observarse la conformación muestral.

Tabla 1.*Conformación de la muestra por universidades*

Universidad	N	%	H	M
Tecnológico de Monterrey	221	54%	109 (49.3%)	112 (50.7%)
Universidad Sergio Arboleda	82	20%	43 (52.4%)	39 (47.6)
Universidad Rafael Landívar	106	26%	55 (51.9%)	51 (48.1%)
Total	409	100%	207 (50.6%)	202 (49.4%)

Fuente: elaboración propia.

3.2 Ética

Toda la información proporcionada por los participantes fue recopilada con su consentimiento (<https://comiteinstitucionaletica.tec.mx/es/formatos>) y anonimizada. La implementación fue reglamentada y aprobada por el Comité de Ética del Tecnológico de Monterrey-IFE-2024-001 y supervisada por el grupo de investigación interdisciplinario R4C-IRG: Scaling Complex Thinking for All con el apoyo técnico de Writing Lab del Instituto para el Futuro de la Educación del Tecnológico de Monterrey, México. Toda la información recuperada fue protegida de acuerdo con los criterios establecidos en la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares vigente en México.

3.3 Instrumento

Se utilizó el cuestionario *university-ec: Medición de emprendimiento científico en universitarios*, que fue adaptado a partir de la propuesta de George-Reyes et al. (2023) y de los autores que se citan en la Tabla 2. Este cuestionario está compuesto de cuatro dimensiones Colaboración, Conocimiento, Diseño de proyectos, Habilidades para la investigación y emplea una escala Likert de cuatro puntos, con las siguientes opciones de respuesta: 1) totalmente en desacuerdo, 2) en desacuerdo, 3) de acuerdo, y 4) totalmente de acuerdo. La validación del cuestionario fue realizada por 19 expertos en Ciencias de la Educación y Emprendimiento Educativo, obteniéndose un alto coeficiente V de Aiken (0.8838) (Merino-Soto, 2023). Además, se realizó un análisis de confiabilidad interna, alcanzándose un coeficiente alfa de Cronbach de 0.817, lo cual refleja una consistencia interna adecuada del instrumento para fines de investigación educativa.

Tabla 2.*Dimensiones e ítems del instrumento.*

Dimensión	Ítem	Citas
Colaboración	Poseo experiencia colaborando o liderando proyectos de emprendimiento científico.	Elenurm (2022) Porkodi et al. (2023)
	Mi formación profesional me ha permitido colaborar en experiencias de emprendimiento científico.	
	He colaborado en el desarrollo de servicios basados en ciencia y tecnología.	
	He colaborado en el desarrollo de productos basados en ciencia y tecnología.	
	Sé integrar las tareas de un equipo de trabajo para construir las etapas de un proyecto.	
Conocimiento	Tengo el conocimiento disciplinar necesario para participar en un proyecto de emprendimiento científico.	Tatpuje et al. (2021) Thian et al. (2022)
	Puedo comprender cuáles son las tendencias relacionadas con las necesidades de emprendimiento científico.	
	Puedo desarrollar ideas de emprendimiento orientadas a resolver problemáticas científico-tecnológicas.	
	Conozco el procedimiento para hacer un registro de propiedad intelectual.	
	Se diferenciar entre lo que puede registrarse como propiedad intelectual y lo que no.	
	Puedo diseñar estrategias para hacer el registro de propiedad intelectual de los diversos componentes de un emprendimiento científico.	
Diseño de proyectos	Puedo resolver las etapas de un emprendimiento científico en plazos cortos de tiempo.	Shuhod & Rashid (2023)

	Sé trabajar mediante la segmentación de proyectos y la adaptación de un emprendimiento científico sobre la marcha.	Rui (2020)
	Sé diseñar estrategias en las que, con el mínimo gasto y esfuerzo, puedo incrementar el volumen de usuarios, o ingresos, o impactos de un proyecto.	
	Sé aplicar metodologías para analizar los datos de comportamiento de usuarios y del mercado para crear estrategias de crecimiento.	
	Sé diseñar métricas y datos para guiar decisiones para formular un emprendimiento científico.	
	Conozco modelos para guiar la toma de decisiones basadas en el manejo de información.	
	Puedo diseñar proyectos de emprendimiento científico de manera efectiva.	
Habilidades para la investigación	Identifico las fuentes de información para conocer las tendencias tecnológicas.	Lee (2022) Sousa, et al., (2023).
	Puedo elegir de entre las diversas tendencias tecnológicas cuál puede adaptarse a mi proyecto de emprendimiento científico.	
	Tengo la capacidad para buscar soluciones fuera de lo común a los retos más comunes.	
	Conozco metodologías para evaluar la adopción de la tecnología de un emprendimiento científico.	
	Conozco metodologías para evaluar la experiencia del usuario de un emprendimiento científico.	
	Sé construir procesos lógicos, sistemáticos, cualitativos y cuantitativos para determinar los factores más importantes para desarrollar un emprendimiento científico.	

4. Resultados

Se realizaron diversos análisis con el objetivo de evaluar las habilidades de emprendimiento científico percibidas por los estudiantes. En primer lugar, se llevó a cabo un análisis de normalidad sobre las puntuaciones obtenidas en las cuatro dimensiones clave: Colaboración, Conocimiento, Diseño de Proyectos y Habilidades para la Investigación. Este análisis permitió confirmar la distribución aproximadamente normal de los datos, lo que justificó el uso de pruebas paramétricas en el tratamiento estadístico. Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo para comparar las medias y la variabilidad entre universidades en dichas dimensiones. Se emplearon histogramas y matrices para visualizar las diferencias y similitudes en las percepciones. Asimismo, se efectuó un análisis por género para explorar posibles diferencias en la autovaloración de habilidades emprendedoras entre hombres y mujeres. Finalmente, se aplicaron pruebas t de Student para muestras independientes, a fin de evaluar la significancia estadística de las diferencias observadas.

4.1 Comparación y variabilidad de medias

En la Tabla 3 se muestra la comparación entre el ITESM, la URL y la USA. En la dimensión de Colaboración, la USA presenta la media más alta (2.9732), mientras que el ITESM y la URL tienen medias similares (2.8796 y 2.8453 respectivamente). El ITESM tiene la mayor desviación estándar (0.7195) y varianza (0.5176), sugiriendo una mayor dispersión en sus datos en comparación con la URL y la USA. Esta dispersión puede ser indicativa de una mayor heterogeneidad en la percepción de la Colaboración dentro del ITESM. En la dimensión de Conocimiento, la USA nuevamente tiene la media más alta (2.9085), seguida por ITESM (2.7383) y URL (2.6619). La desviación estándar y varianza son más altas para la URL (0.8147 y 0.6637), indicando que los puntajes de la URL están más dispersos alrededor de la media en comparación con las otras universidades. La simetría de los datos muestra una ligera tendencia positiva para la URL (0.27), mientras que el ITESM y la USA presentan valores negativos de asimetría, lo que sugiere una ligera tendencia hacia valores más bajos. Estos hallazgos coinciden con estudios que enfatizan la importancia de la diversidad en el desarrollo de competencias de conocimiento en entornos educativos (Teodoro et al., 2022; Sun, 2022).

En cuanto a la dimensión de Diseño de Proyectos, la USA lidera con la media más alta (2.8089), mientras que el ITESM y la URL tienen medias menores (2.6440 y 2.5676 respectivamente). La URL exhibe la mayor desviación estándar (0.8457) y varianza (0.7152), lo que indica una mayor variabilidad en los datos en comparación con el ITESM y la USA. En la asimetría, la URL presenta una ligera tendencia positiva (0.29), mientras que el ITESM y la USA tienen valores negativos. Este patrón de datos es consistente con la literatura

que sugiere que los contextos educativos variados pueden influir en la percepción y desarrollo de habilidades de diseño de proyectos (Mavlutova et al., 2023; Linzalone et al., 2020).

Finalmente, en la dimensión de Habilidades para la Investigación, la USA muestra la media más alta (2.7947), seguida por el ITESM (2.6290) y la URL (2.5943). La URL nuevamente tiene la mayor desviación estándar (0.8389) y varianza (0.7037), indicando una mayor dispersión en comparación con las otras dos universidades. La asimetría es cercana a cero para el ITESM, lo que sugiere una distribución casi simétrica, mientras que la URL y la USA presentan ligeras tendencias positivas y negativas respectivamente. En la Tabla 3 se presentan los estadísticos descriptivos por universidad. Estos resultados resaltan la importancia de un enfoque equilibrado en la enseñanza de habilidades de investigación para minimizar la dispersión y mejorar los resultados educativos (Ai, 2021).

Tabla 3.

Estadísticos descriptivos por universidad.

Variable	Universidad	Media	Desv.Est.	Varianza	Asimetría	Curtosis
Colaboración	ITESM	2.8796	0.7195	0.5176	-0.33	-0.48
	URL	2.8453	0.6908	0.4772	0.15	-0.79
	USA	2.9732	0.6891	0.4748	-0.38	-0.28
Conocimiento	ITESM	2.7383	0.7551	0.5702	-0.17	-0.82
	URL	2.6619	0.8147	0.6637	0.27	-0.86
	USA	2.9085	0.7614	0.5797	-0.32	-0.87
Diseño de proyectos	ITESM	2.6440	0.7689	0.5912	-0.07	-0.85
	URL	2.5676	0.8457	0.7152	0.29	-0.85
	USA	2.8089	0.7640	0.5838	-0.25	-0.89
Habilidades para la investigación	ITESM	2.6290	0.7645	0.5844	-0.00	-0.86
	URL	2.5943	0.8389	0.7037	0.20	-0.79
	USA	2.7947	0.7413	0.5496	-0.18	-0.85

En la Figura 1 se destacan las diferencias y similitudes a través de histogramas y curvas de densidad. En la dimensión de Colaboración, USA lidera con una media de 3.0 y la menor dispersión ($SD=0.6891$), sugiriendo una percepción más consistente de colaboración entre sus estudiantes, mientras que el ITESM y la URL presentan medias de 2.9 y 2.8, respectivamente. En la dimensión de Conocimiento, USA también se destaca con una media de 2.9 y la menor variabilidad ($SD=0.7614$), comparado con el ITESM ($M=2.7$, $SD=0.7551$) y la URL ($M=2.6$, $SD=0.8147$), lo que refleja una percepción más homogénea del conocimiento adquirido.

En la dimensión de Diseño de Proyectos, USA nuevamente supera con una media de 2.8 y la menor dispersión ($SD=0.7640$), mientras que el ITESM y la URL tienen medias de 2.6 y 2.5, respectivamente, mostrando una mayor variabilidad en las percepciones. Por último, en la dimensión de Habilidades para la Investigación, USA sigue siendo la más uniforme con una media de 2.7 y la menor dispersión ($SD=0.7413$), en comparación con el ITESM ($M=2.6$, $SD=0.7645$) y URL ($M=2.5$, $SD=0.8389$). Estos resultados subrayan la efectividad del taller en fomentar percepciones más uniformes y positivas en los estudiantes en el tema del emprendimiento científico, especialmente en la USA, lo que resalta la importancia de un enfoque equilibrado y consistente en la enseñanza de estas habilidades mediante el uso de plataformas digitales.

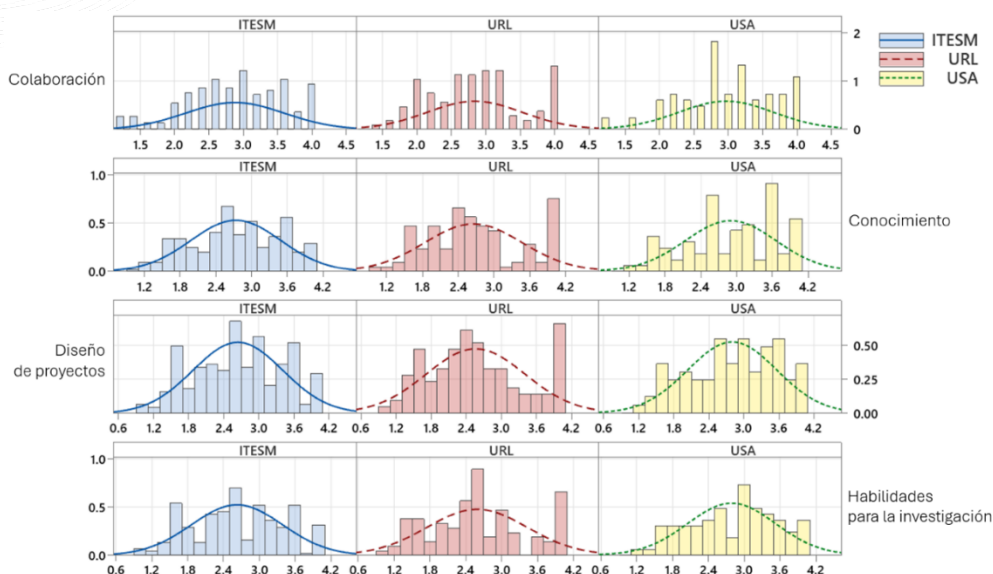


Figura 1. Histograma por universidad.

4.2 Matriz de dimensiones y análisis de probabilidad por género

En la Figura 2 se muestra una gráfica de matriz entre dimensiones, en ella se observa que la dimensión de Colaboración muestra una dispersión significativa entre las tres universidades. El ITESM (puntos azules) tiene una mayor concentración de respuestas en el rango de 2.5 a 3.5, lo que sugiere una percepción relativamente alta de colaboración. En comparación, la URL (cuadrados rojos) presenta una dispersión más amplia, con respuestas que varían de 1.5 a 4.0, indicando una mayor variabilidad en la percepción de colaboración. La USA (diamantes verdes), por otro lado, muestra una tendencia similar a el ITESM, pero con una ligera inclinación hacia valores más altos de colaboración. Estudios recientes han demostrado que la colaboración efectiva en entornos educativos puede mejorar significativamente los resultados académicos y el desarrollo de habilidades emprendedoras (Pano & Gjika, 2020; Kujala et al., 2021).

En la dimensión Conocimiento, las respuestas de los estudiantes del ITESM y la USA están concentradas principalmente entre 2.0 y 3.5, lo que sugiere una percepción uniforme y positiva del conocimiento adquirido. Por otro lado, la URL presenta una mayor dispersión con respuestas que se extienden de 1.5 a 3.5, indicando una variabilidad considerable del conocimiento. Esto puede reflejar diferencias en los métodos en los que se implementó el taller en cada universidad.

La dimensión de Diseño de Proyectos muestra una correlación positiva con las dimensiones Conocimiento y Colaboración en todas las universidades. El ITESM y la USA presentan distribuciones más concentradas, sugiriendo una percepción uniforme de las habilidades de diseño de proyectos. La URL, en cambio, muestra una mayor variabilidad en sus respuestas, lo que puede indicar diferencias en cómo se perciben y se enseñan estas habilidades. La consistencia en las percepciones dentro del ITESM y la USA podría estar relacionada con la presencia de experiencias formativas dentro de las universidades que contribuyen al desarrollo de habilidades de emprendimiento.

La dimensión Habilidades para la Investigación muestra una correlación positiva con las otras tres dimensiones en todas las universidades. El ITESM y la USA tienen distribuciones más concentradas y menos dispersas, sugiriendo una percepción más uniforme y positiva de estas habilidades. La URL, sin embargo, presenta una mayor dispersión en los valores, lo que sugiere una variabilidad considerable en la percepción de las habilidades de investigación entre sus estudiantes (Cao, 2021).

Al comparar las diferentes dimensiones, se observa que la relación entre las dimensiones de Conocimiento y Colaboración es particularmente fuerte en el ITESM y la USA, donde las respuestas están más concentradas en valores altos. Esto sugiere que los estudiantes que perciben altos niveles de colaboración también tienden a valorar positivamente su conocimiento adquirido. En la URL, aunque la relación es positiva, la mayor dispersión indica una percepción menos uniforme. Los resultados de esta comparación subrayan la importancia de implementar experiencias educativas que integren de manera efectiva conocimientos sobre emprendimiento.

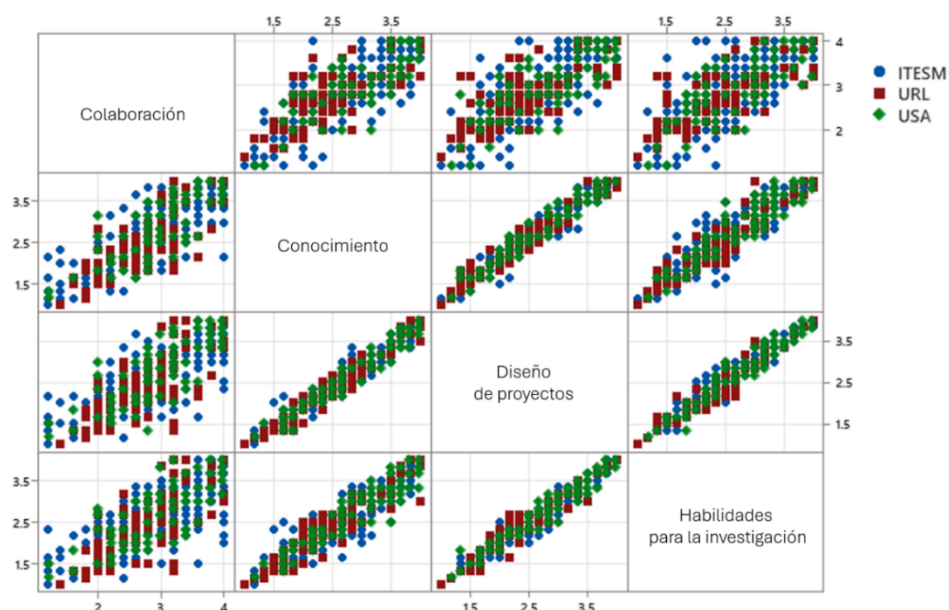


Figura 2. Gráfica de matriz entre dimensiones.

Se realizó un análisis por género (Figura 3), en la dimensión Colaboración, se observa una tendencia ascendente en las probabilidades de acuerdo en todas las universidades tanto para hombres como para mujeres. Sin embargo, hay diferencias notables. En los hombres, la URL tiene una mayor concentración de respuestas positivas en comparación con el ITESM y la USA. Para las mujeres, las curvas son más similares entre las universidades, aunque el ITESM y la URL parecen tener una leve ventaja en comparación con la USA. Esto indica que, en general, tanto hombres como mujeres en la URL perciben un mayor nivel de colaboración en comparación con las otras universidades, pero esta percepción es menos diferenciada entre las mujeres. Esta observación coincide con estudios que destacan la importancia de la colaboración en entornos educativos (García-Tudela et al., 2021).

En cuanto a la dimensión Conocimiento, las curvas muestran una tendencia similar entre hombres y mujeres en todas las universidades. Tanto el ITESM, la URL como la USA presentan una curva de probabilidad que sugiere un alto nivel de acuerdo en que los conocimientos impartidos en el taller fueron adecuados. No obstante, la URL muestra una ligera superioridad en los niveles más altos de acuerdo, especialmente entre los hombres. Esta homogeneidad en las respuestas entre géneros y universidades podría reflejar una percepción de habilidades de emprendimiento comparable en las tres instituciones (Martínez et al., 2019).

En la dimensión Diseño de Proyectos, la probabilidad de acuerdo es notablemente alta en todos los casos. Entre los hombres, la URL muestra una curva ligeramente más alta, lo que podría sugerir una percepción de mayor esta habilidad después de haber participado en el taller. Entre las mujeres, la diferencia entre las universidades es menos pronunciada, aunque el ITESM parece tener una leve ventaja. Esta consistencia entre géneros y universidades puede ser indicativa de que el taller proporcionó a los participantes estrategias para desarrollar proyectos de emprendimiento científico.

Finalmente, en la dimensión de Habilidades para la Investigación, las curvas de probabilidad son bastante similares para ambos géneros en las tres universidades, aunque hay una ligera ventaja para el ITESM y la URL en comparación con la USA. Este hallazgo sugiere que tanto hombres como mujeres en el ITESM y la URL se sienten mejor preparados en términos de habilidades de investigación después de haber participado en el taller. Comparando las tres universidades, la URL presenta las curvas con mayor pendiente, lo que indica una percepción más positiva en todas las dimensiones, especialmente en colaboración y diseño de proyectos entre los hombres. El ITESM también muestra buenos resultados, particularmente en habilidades para la investigación. La USA, aunque comparativamente más baja en algunas áreas, mantiene una curva uniforme, lo que sugiere una percepción estable pero menos destacada en estas dimensiones.

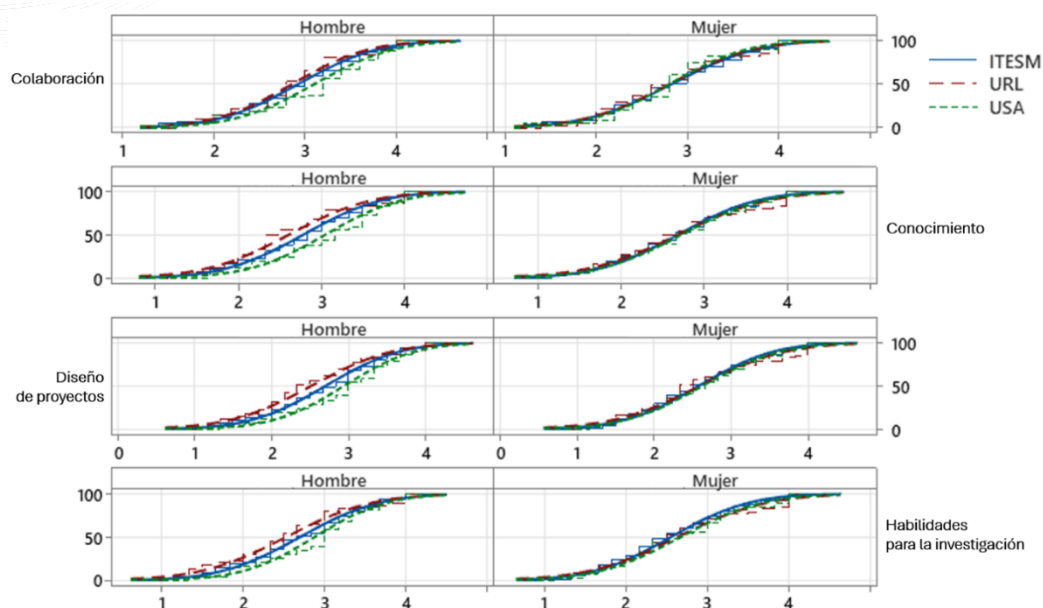


Figura 3. Gráfica de probabilidad entre dimensiones.

4.3 Prueba de muestras independientes entre género

Se realizaron pruebas T de Student. En la Tabla 4 se muestra que, para la dimensión de Colaboración surgió un estadístico de 1.866 con 407 grados de libertad y un valor p de 0.063. La prueba de Welch reportó 1.865 con 404.584 grados de libertad y un valor p de 0.063. Estos valores p indican que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la percepción de colaboración entre hombres y mujeres. El tamaño del efecto es pequeño (Cohen's $d = 0.185$) con un error estándar de 0.099.

Por otra parte, en la dimensión Conocimiento surgió un estadístico de 1.260 con 407 grados de libertad y un valor p de 0.208. La prueba de Welch reportó 1.260 con 405.833 grados de libertad y un valor p de 0.209. Estos valores p indican que no hay una diferencia estadísticamente significativa en la percepción del conocimiento entre hombres y mujeres. El tamaño del efecto es pequeño (Cohen's $d = 0.125$) con un error estándar de 0.099, lo que refuerza la conclusión de que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas (Peacock & Peacock, 2020).

En cuanto a la dimensión Diseño de Proyectos, la prueba arrojó un estadístico de 1.411 con 407 grados de libertad y un valor p de 0.159. La prueba de Welch mostró resultados similares con un estadístico de 1.411 y 406.053 grados de libertad, y un valor p de 0.159. Estos valores p sugieren que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de igualdad entre géneros. El tamaño del efecto es algo mayor (Cohen's $d = 0.140$) pero sigue siendo pequeño, con un error estándar de 0.099, indicando que las diferencias en la percepción del diseño de proyectos entre hombres y mujeres no son estadísticamente significativas (Han et al., 2023; Teli et al., 2023).

La evaluación de la dimensión de Habilidades para la Investigación mostró un estadístico de 1.197 con 407 grados de libertad y un valor p de 0.232, mientras que la prueba de Welch reportó un estadístico de 1.196 con 406.277 grados de libertad y un valor p de 0.232. Estos valores p indican que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres en la percepción de sus habilidades para la investigación. El tamaño del efecto es pequeño (Cohen's $d = 0.118$) con un error estándar de 0.099, sugiriendo que las diferencias observadas no son significativas y podrían deberse al azar (Penchev, 2021).

Los resultados de las pruebas T de muestras independientes indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en estas áreas. Aunque la dimensión de Colaboración mostró una tendencia hacia la significancia, los tamaños del efecto en todas las dimensiones fueron pequeños, indicando que las diferencias observadas no son suficientemente grandes para rechazar la hipótesis nula de igualdad entre géneros. Estos hallazgos sugieren que las percepciones de los estudiantes sobre estas dimensiones del emprendimiento científico son similares entre hombres y mujeres (Bangdiwala, 2021).

Tabla 4.
Independent Samples T-Test.

	Test	Statistic	df	p	VS-MPR*	Cohen's d	SE Cohen's d
Colaboración	Student	1.866	407.000	0.063	2.117	0.185	0.099
	Welch	1.865	404.584	0.063	2.114	0.184	0.099
Conocimiento	Student	1.260	407.000	0.208	1.126	0.125	0.099
	Welch	1.260	405.833	0.209	1.125	0.125	0.099
Diseño de proyectos	Student	1.411	407.000	0.159	1.259	0.140	0.099
	Welch	1.411	406.053	0.159	1.258	0.140	0.099
Habilidades para la investigación	Student	1.197	407.000	0.232	1.085	0.118	0.099
	Welch	1.196	406.277	0.232	1.085	0.118	0.099

* Vovk-Sellke Maximum p -Ratio: Based on a two-sided p -value, the maximum possible odds in favor of H_1 over H_0 equals $1/(-e \cdot p \log(p))$ for $p \leq .37$

6. Discusión

En esta sección, se destacan los hallazgos más relevantes y novedosos en relación con las habilidades de emprendimiento científico percibidas por los estudiantes de las tres universidades de este estudio en diversas dimensiones clave, tales como colaboración, conocimiento, diseño de proyectos y habilidades de investigación. El desarrollo de competencias para el emprendimiento científico muestra una fuerte correlación con la percepción de colaboración entre los estudiantes universitarios. Los datos revelan que la USA lidera en esta dimensión, presentando la media más alta de 2.9732 y la menor dispersión ($SD=0.6891$). Esto coincide con estudios previos que destacan la importancia de la colaboración efectiva en entornos educativos para mejorar los resultados académicos y el desarrollo de habilidades emprendedoras (Kreiterling, 2023; Pano & Gjika, 2020). Este hallazgo sugiere que un enfoque en fomentar la colaboración puede ser clave para mejorar las competencias emprendedoras en la educación superior.

La percepción del conocimiento adquirido en el contexto del emprendimiento científico varía significativamente entre las universidades estudiadas, con la USA nuevamente mostrando una media superior (2.9085) y menor variabilidad ($SD=0.7614$). Esto resuena con las conclusiones de Teodoro et al. (2022) y Sun (2022), quienes enfatizan la importancia de la diversidad en el desarrollo de competencias de conocimiento en entornos educativos. Estos resultados destacan la necesidad de entornos de aprendizaje que no solo desarrollen conocimiento, sino que también aseguren una percepción uniforme y positiva del mismo entre los estudiantes. En cuanto al diseño de proyectos, los estudiantes de la USA también reportaron la mayor media (2.8089), con una distribución de respuestas más concentrada, lo que indica una percepción más consistente de las habilidades adquiridas en esta dimensión. Esto es consistente con la literatura que sugiere que la consistencia en las percepciones dentro de las instituciones educativas está relacionada con experiencias formativas efectivas (Mavlutova et al., 2023; Linzalone et al., 2020). La uniformidad en la percepción de estas habilidades podría ser un indicador de un enfoque educativo más sólido y centrado en la práctica.

Las habilidades para la investigación también reflejan una tendencia similar, con la USA mostrando la media más alta (2.7947) y la menor dispersión ($SD=0.7413$) en comparación con el ITESM y la URL. Este hallazgo se alinea con investigaciones anteriores que subrayan la importancia de un enfoque equilibrado en la enseñanza de habilidades de investigación para mejorar los resultados educativos (Cao, 2021; Ai, 2021). La consistencia en la percepción de estas habilidades sugiere que el taller presencial “Emprendimiento Científico para el Futuro de la Educación”, fue efectivo en estandarizar y mejorar la preparación de los estudiantes en esta área crítica.

Al comparar las diferentes dimensiones, la relación entre conocimiento y colaboración resulta particularmente fuerte en la -USA, donde las respuestas se concentran en valores altos, lo que indica que los estudiantes que perciben altos niveles de colaboración también valoran positivamente el conocimiento adquirido. Esto está en línea con estudios que destacan la interdependencia de estas competencias en el contexto del emprendimiento científico (Kujala et al., 2021). Este hallazgo resalta la importancia de un enfoque educativo integrado que vincule de manera efectiva la colaboración y el conocimiento.

Los resultados indican que la Universidad Sergio Arboleda (USA) alcanzó las medias más altas en todas las dimensiones evaluadas—colaboración, conocimiento, diseño de proyectos y habilidades para la investigación—lo que refleja una percepción más sólida del desarrollo de competencias en emprendimiento científico. En contraste, el Tecnológico de Monterrey (ITESM) y la Universidad Rafael Landívar (URL) mostraron mayor dispersión en sus valoraciones, lo que evidencia áreas de mejora en sus entornos formativos. Estos hallazgos invitan a reflexionar sobre la necesidad de adaptar los programas educativos para

reducir brechas institucionales (Valenzuela-Keller, 2022), así como a considerar el modelo pedagógico de la USA como referente regional para fortalecer las competencias emprendedoras en contextos universitarios latinoamericanos. Finalmente, las pruebas T realizadas indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en la percepción de las habilidades adquiridas, lo que sugiere que la plataforma fue igualmente efectiva para ambos géneros. Estos resultados sugieren que la percepción de las competencias desarrolladas es uniforme entre los estudiantes, independientemente del género, lo que refuerza la eficacia de la plataforma en proporcionar una educación inclusiva y equitativa en el ámbito del emprendimiento científico (Bangdiwala, 2021). Asimismo, confirman que la integración de tecnología virtual en el proceso de enseñanza y aprendizaje puede promover una cultura de innovación y emprendimiento en el ámbito académico (Tkachenko et al., 2019).

7. Conclusiones

El propósito de este estudio fue comparar las habilidades para el emprendimiento científico percibidas por estudiantes de tres universidades latinoamericanas después de participar en una experiencia formativa mediada por la plataforma web OpenEdR4C. En este sentido, los estudiantes de la Universidad de San Andrés (USA) en Colombia percibieron un mayor desarrollo en sus habilidades de emprendimiento científico tras utilizar la plataforma. En contraste, los estudiantes del Tecnológico de Monterrey (ITESM) en México y la Universidad Rafael Landívar (URL) en Guatemala mostraron una mayor dispersión en sus autovaloraciones, lo que sugiere variaciones más amplias en la percepción del impacto de la plataforma en estas dimensiones.

Los resultados obtenidos reflejan la importancia de utilizar herramientas tecnológicas avanzadas para fomentar habilidades clave como la colaboración, el conocimiento, el diseño de proyectos y las habilidades de investigación entre los estudiantes universitarios. La consistencia y uniformidad en las percepciones de los estudiantes, especialmente en la USA, resaltan la relevancia de este enfoque educativo en el desarrollo de habilidades emprendedoras que son esenciales para enfrentar los desafíos globales actuales.

Una de las limitaciones del estudio es la naturaleza cuasiexperimental del diseño de la investigación, lo que podría restringir la generalización de los resultados a otras poblaciones o contextos educativos. Además, la muestra utilizada, aunque representativa de las universidades estudiadas, no es lo suficientemente amplia para captar la diversidad de experiencias y percepciones que podrían existir en otras instituciones. También es importante destacar que la evaluación de las competencias fue basada en la percepción de los estudiantes, lo que podría estar influenciado por factores subjetivos y no reflejar completamente el desarrollo real de estas habilidades.

Por último, el estudio se basó en las percepciones de los estudiantes universitarios, por lo cual no fue posible visitar las universidades para conocer el enfoque pedagógico utilizado para la enseñanza de las habilidades analizadas. Las limitaciones mencionadas delinean áreas potenciales para futuras investigaciones que puedan abordar estas áreas. Investigaciones futuras podrían explorar en mayor profundidad las diferencias contextuales entre las universidades participantes, así como la influencia de variables adicionales como el entorno socioeconómico, la infraestructura tecnológica disponible y las políticas institucionales en el desarrollo del emprendimiento.

Además, sería valioso investigar el impacto a largo plazo de la formación en emprendimiento científico utilizando plataformas tecnológicas, para evaluar cómo estas competencias se traducen en la práctica profesional de los estudiantes una vez que ingresan al mercado laboral. Esto permitiría comprender mejor la sostenibilidad y el efecto duradero de este enfoque educativo en la preparación de los futuros profesionales para enfrentar los retos de un entorno laboral en constante evolución.

Apoyos

Los autores agradecen al Tecnológico de Monterrey por el apoyo financiero brindado a través del 'Challenge-Based Research Funding Program 2023', Project ID #IJXT070-23EG99001, titulado 'Complex Thinking Education for All (CTE4A): A Digital Hub and School for Lifelong Learners'. Además, agradecemos a los estudiantes de las tres universidades involucradas en este estudio, Universidad Rafael Landívar, Tecnológico de Monterrey y Universidad Sergio Arboleda, quienes participaron en el taller de emprendimiento científico.

Contribución de los autores

Carlos Enrique George-Reyes, Ana Sofía de la Cruz Padilla, Edgar Omar López Caudana: Conceptualización, Recopilación y gestión de datos (data curation), Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Escritura del borrador original. Análisis formal, Validación, Escritura (revisión y edición).

Referencias

- Ai, Q. (2021). Application and Development of Artificial Intelligence in Entrepreneurship in Internet Information Technology Service Platform. *2021 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacture*. <https://doi.org/10.1145/3495018.3501133>.
- Alourhzal, H., Hattabou, A., Ech-Chebany, M., & Simmou, W. (2021). Opening a new avenue for systematic future research in social entrepreneurship education. *International Journal of Learner Diversity and Identities*, 29(1), 1–24. <https://doi.org/10.18848/2327-0128/CGP/v29i01/15-35>
- Althubaiti, A., & Althubaiti, S. M. (2024). Flipping the Online Classroom to Teach Statistical Data Analysis Software: A Quasi-Experimental Study. *SAGE Open*, 14(1). <https://doi.org/10.1177/21582440241235022>
- Alves, A. C., Fischer, B., Schaeffer, P. R., & Queiroz, S. (2019). Determinants of student entrepreneurship: An assessment on higher education institutions in Brazil. *Innovation and Management Review*, 16(2), 96–117. <https://doi.org/10.1108/INMR-02-2018-0002>
- Azqueta, A., Sanz-Ponce, R., & Núñez-Canal, M. (2023). Trends and Opportunities in Social Entrepreneurship Education Research. *Administrative Sciences*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/admsci13110232>
- Bahena-Álvarez, I. L., Córdón-Pozo, E., & Delgado-Cruz, A. (2019). Social entrepreneurship in the conduct of responsible innovation: Analysis cluster in Mexican SMEs. *Sustainability (Switzerland)*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/su11133714>
- Bangdiwala, S. (2021). Statistical considerations for research. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 28, 290 - 300. <https://doi.org/10.1080/17457300.2021.1957583>.
- Banha, F., Coelho, L. S., & Flores, A. (2022). Entrepreneurship education: A systematic literature review and identification of an existing gap in the field. *Education Sciences*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/educsci12050336>
- Becker, D. L., Fishman, E. K., Chu, L. C., & Rowe, S. P. (2022). Entrepreneurship as a force for good. *Journal of the American College of Radiology*, 19(6), 795–797. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2021.09.036>
- Bernate, J. A., & Fonseca, I. P. (2023). Impacto de las Tecnologías de Información y Comunicación en la educación del siglo XXI: Revisión bibliométrica. *Revista de Ciencias Sociales*, 29(1), 227–242. <https://doi.org/10.31876/rcs.v29i1.39748>
- Bhatia, A. K., & Levina, N. (2020). Diverse rationalities of entrepreneurship education: An epistemic stance perspective. *Academy of Management Learning and Education*, 19(3), 323–344. <https://doi.org/10.5465/AMLE.2019.0201>
- Blankesteyn, M., Bossink, B., & van der Sijde, P. (2021). Science-based entrepreneurship education as a means for university-industry technology transfer. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 17(2), 779–808. <https://doi.org/10.1007/s11365-019-00623-3>
- Bojko, M. M., Knapieńska, A., & Tomczyńska, A. (2021). Academic entrepreneurship and the research productivity in Poland. *Industry and Innovation*, 28(4), 486–506. <https://doi.org/10.1080/13662716.2020.1753020>
- Boulesteix, A., Groenwold, R., Abrahamowicz, M., Binder, H., Briel, M., Hornung, R., Morris, T., Rahnenführer, J., & Sauerbrei, W. (2020). Introduction to statistical simulations in health research. *BMJ Open*, 10. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-039921>.
- Calanchez, A., Chavez, K., Reyes, C., & Ríos, M. (2022). Innovative performance to strengthen the culture of entrepreneurship in Peru. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(100), 1837–1858. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.100.33>
- Cao, Q. (2021). Study on Resource Sharing Strategy of e-Commerce Innovation and Entrepreneurship Education Based on Cloud Computing. *Scientific Programming*, 8268000. <https://doi.org/10.1155/2021/8268000>
- Carroz, M., Romero, R., Vera, K., & Urribarri, Á. C. (2023). El emprendimiento peruano en el marco del desarrollo sostenible. *Retos*, 13, 26. <https://doi.org/10.17163/ret.n26.2023.03>
- Cerver, E., Ferreira, J. J., & Fernandes, C. I. (2021). The multiple faces of the entrepreneurial university: A review of the prevailing theoretical approaches. *The Journal of Technology Transfer*, 46(4), 1173–1195. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09815-4>
- Cheng, T. (2022). The application of web-based scientific computing system in innovation and entrepreneurship. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1453889>
- Chepurensko, A., Kristalova, M., & Wyrwich, M. (2019). Historical and institutional determinants of universities' role in fostering entrepreneurship. *Foresight and STI Governance*, 13(4), 48–59. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.4.48.59>

- Colombelli, A., Panelli, A., & Paolucci, E. (2021). The implications of entrepreneurship education on the careers of PhDs: Evidence from the challenge-based learning approach. *CERN IdeaSquare Journal of Experimental Innovation*, 5(1), 49–55. <https://doi.org/10.23726/cij.2021.1285>
- Corona-Treviño, L. (2023). Public service innovation to fight corruption: Metrics and policy in Mexico 2019–2022. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12(1), 83. <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00347-3>
- Cruz-Sandoval, M., Vázquez, J. C., & Alonso, P. (2022). Student perception of competencies and skills for social entrepreneurship in complex environments: An approach with Mexican university students. *Social Sciences*, 11(7), Article 314. <https://doi.org/10.3390/socsci11070314>
- Cunningham, J. A., & Menter, M. (2021). Transformative change in higher education: Entrepreneurial universities and high-technology entrepreneurship. *Industry and Innovation*, 28(3), 343–364. <https://doi.org/10.1080/13662716.2020.1763263>
- Elenurm, T. (2022). Choosing collaborative learning options in preparing entrepreneurship students. *Proceedings of the European Conference on Innovation and Entrepreneurship, ECIE*, 17(1), 206–213. <https://doi.org/10.34190/ecie.17.1.379>
- Fernández-Cárdenas, J. M., Reynaga-Peña, C. G., Hernández-Salazar, P., González-Nieto, N. A., & Alatorre-Cuevas, I. (2022). La práctica social de innovar en un makerspace universitario: Posibilidades y retos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 27(92), 235–258. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14070424010>
- García-Tudela, P. A., Prendes-Espinosa, P., & Solano-Fernández, I. M. (2021). Smart learning environments: A basic research towards the definition of a practical model. *Smart Learning Environments*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00155-w>
- Gavilanes, J. E. Á., Armijo, F. G. N., Álvarez, N. D. S., & Gudiño, C. W. M. (2021). Relationship between pedagogical management and students' motivation for entrepreneurial activity: Entrepreneurship course for students in the systems engineering program at Uniandes, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 13(4), 207–217. <https://n9.cl/rjifvt>
- George-Reyes, C., Suárez-Brito, P., & López-Caudana, E. (2023). ecomplex-em: Medición de emprendimiento social, tecnológico y científico desde el pensamiento complejo. <https://hdl.handle.net/11285/650984>
- Giraud, E., Giudici, G., & Grilli, L. (2019). Entrepreneurship policy and the financing of young innovative companies: Evidence from the Italian Startup Act. *Research Policy*, 48(9). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.05.010>
- Głodowska, A. (2019). Comparative international entrepreneurship: Theoretical framework and research development. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 7(2), 235–248. <https://doi.org/10.15678/EBER.2019.070213>
- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, M. P., & Solano-Fernández, I. M. (2022). Instrument for analysing digital entrepreneurship competence in higher education. *Electronic Journal of Educational Research, Assessment & Evaluation/Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 28(1). <https://n9.cl/6c97x>
- Han, C., Lu, X., & Zhang, P. (2023). Use of statistical methods in translation and interpreting research. Target. *International Journal of Translation Studies*. <https://doi.org/10.1075/target.21132.han>
- Kantis, H., & Angelelli, P. (2020). *Emprendimientos de base científico-tecnológica en América Latina: Importancia, desafíos y recomendaciones para el futuro*. Banco Interamericano para el Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0002156>
- Kosmynin, M. (2022). Social entrepreneurship organisations and collaboration: Taking stock and looking forward. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research*, 28(2), 441–470. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-02-2021-0144>
- Kreiterling, C. (2023). Digital innovation and entrepreneurship: A review of challenges in competitive markets. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12, 49. <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00320-0>
- Kujala, I., Nyström, A., Wendelin, C., & Brännback, M. (2021). Action-Based Learning Platform for Entrepreneurship Education—Case NÅA Business Center. *Entrepreneurship Education and Pedagogy*, 5, 576–598. <https://doi.org/10.1177/25151274211045913>
- Lee, K. C. S. (2022). Teaching Entrepreneurship Education (EE) Online During Covid-19 Pandemic: Lessons learned from a Participatory Action Research (PAR) in a Malaysian Public University. *Sage Open*, 12(1). <https://doi.org/10.1177/21582440221082126>

- Linzalone, R., Schiuma, G., & Ammirato, S. (2020). Connecting universities with entrepreneurship through digital learning platform: functional requirements and education-based knowledge exchange activities. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*. <https://doi.org/10.1108/ijebr-07-2019-0434>.
- Lopez-Caudana, E. O., George-Reyes, C., & Perez, S. M. (2024). A platform for learning entrepreneurship and complex thinking: Questionnaire validation for evaluation. *Journal of Social Studies Education Research*, 15(2), 204-230. <https://jsse.org/index.php/jsse/article/view/5457>
- Martínez, L. C. V., Vidal, L. I. E., Figueras, M. P., & Hurtado, J. C. T. (2019). Evaluating and promoting competencies for social entrepreneurship in university subjects. *REVESCO Revista de Estudios Cooperativos*, 131, 199-223. <https://doi.org/10.5209/REVE.63561>
- Mavlutova, I., Lešinskis, K., Spilbergs, A., & Peiseniece, L. (2023). Digitalization in Entrepreneurship Education: In Search of a New Approach. *Wseas Transactions on Business and Economics*. <https://doi.org/10.37394/23207.2023.20.188>.
- Maza-Ávila, F. J., Pérez Suárez, M., & Murillo-Ferrer, D. (2024). Intención emprendedora en el alumnado universitario: Una revisión sistemática. *Revista de Ciencias Sociales*, 30(1), 166-187. <https://doi.org/10.31876/rsc.v30i1.41645>
- Merino-Soto, C. (2023). Aiken's V Coefficient: Differences in Content Validity Judgments. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 20(1), 1-10. <https://doi.org/10.15359/mhs.20-1.3>
- Mindt, L., & Rieckmann, M. (2017). Desarrollo de las competencias para el emprendimiento orientado a la sostenibilidad en la educación superior: Una revisión bibliográfica de los métodos de enseñanza y aprendizaje. *Teoría de la Educación: Revista Interuniversitaria*, 29(1), 129-159. <https://doi.org/10.14201/teoredu291129159>
- Montes, D. O., Rojas, Y. M., Bastidas, C. I. B., & Cabeza, S. N. C. (2022). Metodología de investigación en emprendimiento: Una estrategia para la producción científica de docentes universitarios. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 28(2), 381-390. <https://www.redalyc.org/journal/280/28070565025/html/>
- Novielli, J., Kane, L., & Ashbaugh, A. R. (2023). Convenience Sampling Methods in Psychology: A Comparison Between Crowdsourced and Student Samples. *Canadian Journal of Behavioural Science*. <https://doi.org/10.1037/cbs0000394>
- Olumekor, M. (2022). Public sector entrepreneurship: Scientific mapping and research agenda. *Organizacija*, 55(4), 259-271. <https://doi.org/10.2478/orga-2022-0017>
- Pano, N., & Gjika, I. (2020). Fostering Students Entrepreneurship through Digital Platforms. *Universal Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080747>.
- Pardo, L. A. H., Surita, N. T., & Farroñán, E. V. R. (2020). Public investment: Contributing factor for growth and business entrepreneurship. *Universidad y Sociedad*, 12(2), 350-355. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1527>
- Peacock, J., & Peacock, P. (2020). *Other statistical methods*. Oxford Handbook of Medical Statistics 2e, 2 edn, Oxford Medical Handbooks <https://doi.org/10.1093/med/9780198743583.003.0010>.
- Penchev, D. (2021). Role of Statistical Methods in Pedagogical Research. *Pedagogical Almanac*. <https://doi.org/10.54664/chkk3190>.
- Piñeiro-Chousa, J., López-Cabarcos, M. Á., Romero-Castro, N. M., & Pérez-Pico, A. M. (2020). Innovation, entrepreneurship and knowledge in the business scientific field: Mapping the research front. *Journal of Business Research*, 115, 475-485. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.11.045>
- Porkodi, S., Saranya, R., Sultana, A., & Mittal, P. (2023). Assessing the impact of collaborative learning practices in entrepreneurship education. *Journal of Information and Knowledge Management*, 22(5), 2350021. <https://doi.org/10.1142/S0219649223500211>
- Razak, M., Othman, M., Kuty, R., Mohamed, N., & Rahim, N. (2021). Statistical Methods for ICT Ethics Studies. *2021 3rd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ICORIS52787.2021.9649488>.
- Rincón, I. B., Rengifo, R. A., Hernández, C., & Prada, R. (2022). Educación, innovación, emprendimiento, crecimiento y desarrollo en América Latina. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(3), 110-128. <https://doi.org/10.31876/rsc.v28i3.38454>
- Rui, S. (2020). Talent-cultivating mode for school-enterprise cooperation. *International Journal of Education, Culture and Society*. 5(3), 45-52. <https://doi.org/10.11648/j.ijecs.20200503.12>
- Shuhod, S. F., & Rashid, A. M. (2023). The Effectiveness of Entrepreneurship Programmes and Collaboration of Institutions-Industry in the Technical and Vocational Training Centres. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(3), 1893 - 1913. <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v13-i6/16626>

- Sneader, K., & Singhal, S. (2021). Llega la próxima normalidad: tendencias que definirán 2021 y más allá. *McKinsey*. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/leadership/the-next-normal-arrives-trends-that-will-define-2021-and-beyond>
- Sousa, M., Moreira, A., Leão, J., Sousa, M., Biancone, P., & Lanzalonga, F. (2023). International entrepreneurship: An approach for entrepreneurial skill development. *Journal of enterprise information management*. <https://doi.org/10.1108/jeim-02-2023-0091>
- Stoliarchuk, Y., Liutak, O., Baula, O., Lisovska, L., & Voitovych, S. (2022). European integration development platform of innovative entrepreneurship of Ukraine. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 4(45), 396–404. <https://doi.org/10.55643/fcaptop.4.45.2022.3669>
- Sun, Y. (2022). Design and Application of Collaborative Experiment Management Platform for Innovation and Entrepreneurship Education Based on an Intelligent Sensor Network. *Journal of Sensors*, 1(12). <https://doi.org/10.1155/2022/9542280>
- Tatpuje, D. U., Jadhav, V., & Ganbote, A. (2021). Comparative Study on Selected Models of Entrepreneurship Education. *SEDME (Small Enterprises Development, Management & Extension Journal)*, 48(3), 272-284. <https://doi.org/10.1177/09708464211073486>
- Teli, A., Nayaka, R., & Ghatanatti, R. (2023). Data analysis – preference of pertinent statistical method in research. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*. <https://doi.org/10.5455/njppp.2023.13.02104202328022023>
- Teodoro, J., Bernadó, E., Bratzke, F., Zehrer, A., & Bockhaven, W. (2022). Online Support for Education in Entrepreneurial and Intrapreneurial Competences: A Proposal for an Assessment Tool and Support for Tailor-Made Training. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci12110805>
- Thian, L., Choong, W., & Chang, Y. (2022). Entrepreneurship through Multidisciplinary Learning: A Cooperative Procedural Framework for Implementation. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(10), 1118-1125. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.10.1729>
- Tkachenko, V., Kuzior, A., & Kwilinski, A. (2019). Introduction of artificial intelligence tools into the training methods of entrepreneurship activities. *Journal of Entrepreneurship Education*, 22(6). <https://n9.cl/m11hk>
- Tohanean, D., & Weiss, P. (2019). Digital entrepreneurship and green business model innovation: Lean startup approaches. *Quality - Access to Success*, 20(S2), 630–634. <https://n9.cl/aobgr1>
- UNESCO. (2009). *Conferencia Mundial sobre Educación Superior 2009: La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo*. Comunicado y Declaración. París, 5-8 de julio de 2009. <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001832/183277e.pdf>
- Uribe-Toril, J., De Pablo, J., Ruiz-Real, J. L., & Pires Manso, J. R. (2019). Scientific literature on social entrepreneurship and its impact in the Ibero-American sphere. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(3), 10–29. <https://www.redalyc.org/journal/280/28060161001/28060161001.pdf>
- Valenzuela-Keller, A., Gálvez Gamboa, F. A., García Ramírez, I., & González Ibarra, J. (2022). Intención emprendedora en estudiantes universitarios en Chile: El rol de la formación y la educación en emprendimiento. *Revista Complutense de Educación*. <https://doi.org/10.5209/rced.73888>
- Vázquez-Parra, J. C., Suárez-Brito, P., Cruz-Sandoval, M., & Buenestado-Fernández, M. (2024). SEL4C: Mobile application for the development of social entrepreneurship competency. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(5). <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.5.2102>
- Vernaza, G., Medina, E. P., & Chamorro, J. (2020). Innovation, entrepreneurship and scientific research. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(3), 163–174. <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i3.33240>
- Wang, X., & Li, J. (2022). Construction of virtual simulation college students innovation and entrepreneurship platform using Internet of Things technology. *Mobile Information Systems*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7931417>
- World Economic Forum. (2023). *Future of Jobs Report 2023*. Switzerland. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>
- Zúñiga, C., Jerez, D., Villalobos, M., & Leyton, E. Q. (2021). Innovación educativa en educación superior: Creencias y prácticas de académicos y equipos directivos. *Paideia, Revista de Educación*, 68, 107-135. <https://revistas.udec.cl/index.php/paideia/article/view/7678>