

# Pensamiento complejo como habilitador del emprendimiento científico: autovaloración desde la educación superior en Guatemala

Complex thinking as an enabler of scientific entrepreneurship: self-assessment from higher education in Guatemala

  Dr. Carlos Enrique George-Reyes

Investigador. Tecnológico de Monterrey, Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, México

  Dr. Luis Magdiel Oliva-Córdova

Profesor Titular. Investigador. Universidad San Carlos. Guatemala

Recibido: 2024/11/21; Revisado: 2024/11/27; Aceptado: 2025/03/20; Preprint: 2025/04/01; Publicado: 2025/05/01

## RESUMEN

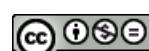
Este estudio analiza la autovaloración del pensamiento complejo enfocado en el desarrollo de habilidades de emprendimiento científico en estudiantes de la Universidad San Carlos de Guatemala, quienes participaron en el taller extracurricular Emprendimiento Científico con Visión de Futuro. Este programa se especializa en fortalecer competencias para la creación de prototipos y la comunicación de proyectos de emprendimiento mediante una plataforma educativa. La intervención incluyó a 127 universitarios y se estructuró en cuatro etapas metodológicas: identificar, idear, inventar e informar. Para evaluar la autovaloración de las habilidades, se utilizó el cuestionario ecomplexCE con escala Likert, diseñado y validado para medir el pensamiento científico, crítico, sistemico e innovador. Este instrumento se aplicó antes y después del taller. Los resultados mostraron una mejora en la percepción de las habilidades emprendedoras entre el pretest y el posttest, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Se concluye que el desarrollo de competencias de pensamiento complejo puede fortalecer el emprendimiento científico y que el diseño de experiencias formativas, acompañadas por el uso de plataformas de aprendizaje, puede influir positivamente en la autovaloración de las habilidades emprendedoras de los estudiantes.

## ABSTRACT

This study analyzes the self-assessment of complex thinking focused on the development of scientific entrepreneurship skills in students from the University of San Carlos of Guatemala, who participated in the extracurricular workshop Scientific Entrepreneurship with a Vision for the Future. This program specializes in strengthening competencies for prototyping and communicating entrepreneurship projects using an educational platform. The intervention involved 127 university students and was structured into four methodological stages: identify, ideate, invent, and inform. To evaluate the self-assessment of their skills, the ecomplexCE questionnaire with a Likert scale was used, specifically designed and validated to measure scientific, critical, systemic, and innovative thinking. This instrument was applied before and after the workshop. The results showed an improvement in the perception of entrepreneurial skills between the pretest and posttest, although the differences were not statistically significant. It is concluded that the development of complex thinking competencies can enhance scientific entrepreneurship and that the design of educational experiences, supported by learning platforms, can positively influence students' self-assessment of their entrepreneurial skills.

## PALABRAS CLAVES - KEYWORDS

Pensamiento complejo; emprendimiento científico; innovación educativa; educación superior  
Complex thinking; scientific entrepreneurship; educational innovation; higher education



## **1. Introducción**

Emprender significa tener la capacidad de crear valor a través de la iniciativa, la innovación y la resolución de problemas (Abebe, 2023), va mucho más allá de incentivar la creación de nuevas empresas, implica desarrollar habilidades emprendedoras en los estudiantes universitarios como el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación (Wurth et al., 2022). Por otra parte, el emprendimiento científico se basa en la aplicación de conocimientos para generar soluciones innovadoras (Cardella et al. 2020).

En el contexto universitario, el tema del emprendimiento la mayoría de las veces está vinculado con el ámbito empresarial (Piñeiro-Chousa et al., 2020; Surana et al., 2020). Sin embargo, es importante resaltar que este es un tópico transversal a todas las disciplinas, por lo que es necesario que los estudiantes adquieran durante su formación las habilidades necesarias para identificar oportunidades, desarrollar proyectos innovadores y resolver problemas complejos (Virzi et al., 2015; Chepurenko et al., 2019).

La educación para el emprendimiento, como campo científico, es un área de investigación en continua expansión (Pastran, 2021). Sin embargo, existe una limitada interconexión entre la aplicación de la ciencia y las comunidades emprendedoras (Lansdtröm et al., 2022), estando limitada a la colaboración entre investigadores y no tanto en la formación de los estudiantes (Blankesteijn et al., 2021), por lo anterior, es fundamental fomentar una integración más estrecha entre la investigación y la enseñanza en emprendimiento, promoviendo la transferencia de conocimientos y habilidades desde el ámbito científico hacia las aulas (Duval-Couetil et al., 2021), lo que potencialmente aumentaría la capacidad innovadora y emprendedora de los estudiantes (Filser et al., 2019).

Este estudio se ha enfocado en la autovaloración de las habilidades de emprendimiento científico en estudiantes universitarios de Guatemala que participaron en un taller mediado por una plataforma digital, el objetivo fue evaluar el impacto del taller en la autovaloración de habilidades emprendedoras y determinar la efectividad de la plataforma digital en la formación de emprendimiento. La pregunta de investigación que guía este estudio fue ¿Cómo influye un taller de emprendimiento mediado por una plataforma digital en la autovaloración de las habilidades emprendedoras de los estudiantes universitarios de Guatemala?

## **2. Marco teórico**

### **2.1 Emprendimiento en la educación superior**

Los cambios constantes en la vida profesional requieren que los estudiantes universitarios en formación cultiven habilidades que les permitan enfrentar la vida laboral de manera más eficiente (Arevalo et al., 2022). Una de estas habilidades está relacionada con el aprendizaje del emprendimiento y con el desarrollo de ecosistemas emprendedores en las universidades, estos ecosistemas proporcionan a los estudiantes los recursos necesarios para transformar ideas innovadoras en proyectos viables (Thomas et al., 2021). Además, fomentan la colaboración entre la academia, la industria y el gobierno, lo que facilita el acceso a financiamiento y otros apoyos clave para el surgimiento de emprendimientos (Gicheva y Link, 2022).

Entre las habilidades que se deben desarrollar para aprender el emprendimiento se encuentran las capacidades, destrezas, habilidades y aptitudes para emprender, que se pueden adquirir través de procesos formativos y de capacitación (Fernández et al., 2022). Estas incluyen la capacidad para identificar y aprovechar oportunidades, la creatividad e innovación, la gestión de recursos, y la resiliencia ante el fracaso (Wang et al., 2023). Además, es indispensable desarrollar competencias interpersonales como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y el liderazgo (Harrison, 2023), ya que son esenciales para el éxito emprendedor (Bahena-Álvarez et al., 2019).

En este sentido, los graduados que no desarrollos estas habilidades se enfrentarán a escenarios laborales más desafiantes, ya que carecerán de las destrezas necesarias para adaptarse a un mercado en constante cambio y altamente competitivo (Boyd, 2022). La falta de habilidades emprendedoras puede limitar sus oportunidades de empleo y su capacidad para detonar su crecimiento desde sus disciplinas profesionales (de Oca Rojas et al., 2022). Por el contrario, aquellos que poseen estas habilidades estarán mejor preparados para crear sus propios retos y contribuir de manera significativa con la innovación, el desarrollo de la investigación científica y en general con la sociedad (Jiang y Hou, 2019).

## 2.2 El emprendimiento y desarrollo de habilidades científicas

El emprendimiento y el desarrollo de habilidades científicas están intrínsecamente vinculados, ya que ambos campos comparten la necesidad de desarrollar la creatividad, la innovación y la resolución de problemas (Silva et al., 2024). Los programas educativos que integran el emprendimiento en la formación deben promover una mentalidad basada en la ciencia y el desarrollo del conocimiento (Fini et al., 2022), ya que facilita la identificación de oportunidades y la aplicación de conocimientos científicos en la creación de soluciones innovadoras (Zhang et al., 2024).

Algunos estudios han mostrado que la inclusión de habilidades emprendedoras genera también habilidades de formación científica (Baker, 2022), en este sentido, se puede considerar al emprendimiento como una habilidad universal con rasgos científicos que deberían de desarrollar los estudiantes durante su formación universitaria (Baena-Luna, et al., 2020), ya que aumentan no solamente la empleabilidad de los graduados, sino que también fomenta una mayor capacidad de adaptación y resiliencia en un entorno laboral cambiante (Cardella et al., 2021).

Por otra parte, la formación en emprendimiento dentro de las disciplinas científicas ha resultado efectivo para fortalecer habilidades transversales como la comunicación, el trabajo en equipo y el liderazgo, que son básicas para tener éxito en los escenarios empresariales y académicos (Boyle y Dwyer, 2021), los programas formativos que combinan teoría y práctica han sido implementados con éxito en varias universidades, mostrando resultados positivos en la preparación de los estudiantes para enfrentar desafíos complejos que surgen desde sus disciplinas (Diez et al., 2022).

De esta forma, el emprendimiento científico fomenta una cultura de colaboración interdisciplinaria que permite a los estudiantes trabajar de manera más eficaz con expertos de otras disciplinas para desarrollar proyectos conjuntos (Cheng, 2022). Esta colaboración no solo enriquece el proceso de aprendizaje, sino que también aumenta la calidad y el impacto de los resultados de investigación (Azqueta et al., 2023; Zhang, 2022). Algunos

estudios han mostrado la importancia de aplicar enfoques colaborativos para la transferencia de tecnología y la comercialización de innovaciones científicas (Muñoz y Dimov, 2023).

La integración del emprendimiento desde un enfoque científico no solo beneficia a los estudiantes y a las instituciones académicas, sino que también tiene un impacto significativo en la economía y la sociedad en general (Cunningham y Menter, 2021), ya que promueve una mentalidad que puede conducir al surgimiento de ideas, prototipos, proyectos de investigación, el desarrollo de soluciones innovadoras a problemas sociales y el surgimiento de ecosistemas de innovación (Niu et al., 2019).

### 2.3 Pensamiento complejo: competencia detonadora del emprendimiento científico

El pensamiento complejo es una competencia transversal que puede enriquecer al emprendimiento científico (Sułkowski et al., 2020). Se trata de una macro-competencia conformada por sub-competencias de pensamiento crítico, sistémico, científico e innovador en entornos educativos (Cruz-Sandoval et al., 2023). Su desarrollo permite a los estudiantes analizar problemas desde múltiples perspectivas, identificar patrones, aplicar el método científico para validar hipótesis y generar soluciones basadas en evidencia (Vázquez-Parra et al., 2025). Además, fomenta la creatividad y la innovación, impulsando la generación de ideas y productos que respondan a las necesidades del mercado y de la sociedad (Calanchez Urribarri, 2022). En el contexto del emprendimiento científico, estas habilidades resultan esenciales para transformar el conocimiento en propuestas viables y sostenibles, promoviendo el desarrollo de soluciones innovadoras que contribuyan al avance tecnológico y social (López-Caudana et al., 2025).

La incorporación del pensamiento complejo como detonador del emprendimiento prepara a los estudiantes para abordar problemas de manera holística, integrando conocimientos de diversas disciplinas y enfrentando desafíos con una visión estructurada y flexible a la vez (Cruz-Sandoval et al., 2023). No solo fortalece su formación en sus respectivas áreas de estudio, sino que también les dota de habilidades esenciales para liderar proyectos en un entorno globalizado y en constante evolución (Farida et al., 2022). En este sentido, la educación superior debe fomentar estrategias de enseñanza que impulsen el desarrollo del pensamiento complejo, proporcionando herramientas metodológicas y tecnológicas que permitan a los estudiantes desarrollar competencias emprendedoras de manera integral (Suárez-Brito et al., 2024). La formación en emprendimiento basada en el pensamiento complejo no solo mejora la capacidad de los futuros profesionales para innovar, sino que también contribuye a generar ecosistemas emprendedores dinámicos, donde la interconexión entre la academia, la industria y la sociedad sea un motor para la creación de conocimiento aplicado y el desarrollo de soluciones sostenibles a problemas contemporáneos (Alvarez-Icaza et al., 2024).

## 3. Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque de investigación cuantitativo con el fin de evaluar las autovaloraciones sobre habilidades de emprendimiento científico desde la perspectiva del pensamiento complejo. Se empleó un diseño cuasiexperimental con mediciones pre y post intervención, sin la inclusión de un grupo de control (Manterola y

Otzen, 2015). La elección de este diseño respondió a la naturaleza de la intervención, ya que el taller se ofreció como una experiencia formativa de acceso abierto para todos los estudiantes interesados, lo que imposibilitó la asignación aleatoria de los participantes a grupos experimentales y de control. Además, se buscó minimizar posibles sesgos éticos al garantizar que todos los estudiantes tuvieran la oportunidad de beneficiarse de la formación en emprendimiento científico. Si bien la ausencia de un grupo de control limita la posibilidad de establecer una relación causal directa entre la intervención y los cambios en la autovaloración de habilidades, el diseño pre-post permitió observar tendencias y evaluar el impacto percibido del taller en el desarrollo de competencias emprendedoras (Althubaiti y Althubaiti, 2024).

### 3.1 Participantes

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia (Novielli et al., 2023; Shi y Cheung, 2024). Se invitó a estudiantes universitarios que se encontraban matriculados en distintos programas educativos de la Facultad de Humanidades (FH), así como de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media (EFPEM), ambas pertenecientes a la Universidad San Carlos de Guatemala a participar en una experiencia formativa extracurricular llamada Emprendimiento Científico con Visión de Futuro. Participaron 127 universitarios durante el mes de abril de 2024. La composición por género fue de 79.53 % mujeres y 20.47 % hombres. En la Tabla 1 se pueden observar los porcentajes de participación.

**Tabla 1**

*Conformación de la muestra por programa educativo*

Facultad	Programa educativo	n	%	M	H
FH	Licenciatura en Pedagogía e Investigación Educativa	37	29.13	31	6
	Licenciatura en Pedagogía y Planificación Curricular	22	17.3	19	3
EFPEM	Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y Física	42	33.1	34	8
	Profesorado de Enseñanza Media en Computación e Informática	26	20.47	17	9
<b>Total</b>		<b>127</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>26</b>
			(79.53 %)		(20.47 %)

### 3.2 Ética

Toda la información proporcionada por los participantes fue recopilada con su consentimiento (<https://comiteinstitucionaltecnologico.tec.mx/es/formatos>). La implementación fue reglamentada y aprobada por el Comité de Ética Tecnológico de Monterrey-IFE-2024-001 y supervisada por el grupo de investigación interdisciplinario R4C 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. Además, para garantizar la confidencialidad de los participantes y cumplir con los principios éticos de la investigación, la base de datos obtenida fue completamente anonimizada antes de su análisis, eliminando cualquier información que pudiera permitir la identificación de los estudiantes.

### 3.3 Diseño e implementación del taller

El taller se elaboró con base en un diseño instruccional de 4 etapas: identificar, innovar, inventar e informar. Fue especialmente concebido para la creación de experiencias educativas novedosas y efectivas. El contenido del taller fue estructurado en cuatro temas principales, alineados con las etapas mencionadas. Cada tema se interconecta con prácticas específicas diseñadas para desarrollar habilidades de emprendimiento, incluyen la selección de literatura en entornos digitales para identificar oportunidades de emprendimiento, la ideación de proyectos viables, el desarrollo prototípicos de bajo nivel y el desarrollo de habilidades de comunicación efectiva. El temario puede observarse en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Organización de los temas del taller*

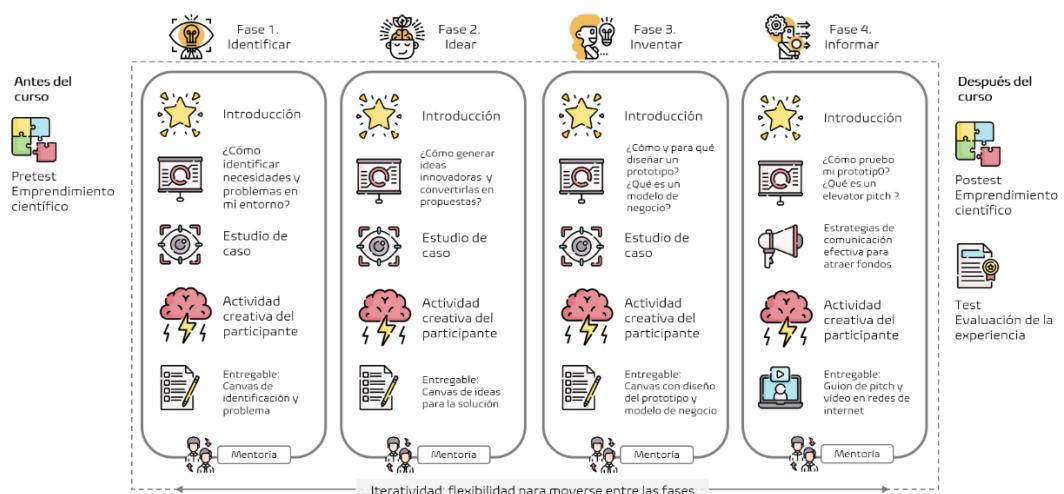
Etapa del diseño instruccional	Tema	Habilidades	Propósito
Identificar	Detección de oportunidades de emprendimiento basadas en la ciencia	Identificación de necesidades de mercado y oportunidades de innovación.	Dotar a los estudiantes de las habilidades para identificar oportunidades de emprendimiento científico, reconociendo áreas donde la ciencia puede ser aplicada para resolver problemas reales.
Idear	Formulación de ideas viables que pueden convertirse en un emprendimiento con base científica.	Creatividad para proponer soluciones disruptivas en mercados existentes o crear nuevos mercados.	Fomentar la capacidad de idear soluciones innovadoras que aprovechen el conocimiento científico para crear proyectos sostenibles y rentables.
Inventar	Desarrollo de productos y servicios científicos y esbozo de un modelo de negocio.	Aplicación de principios científicos y tecnológicos en el desarrollo de productos o servicios. Conocimiento de que es un modelo de negocio.	Enseñar a los estudiantes cómo transformar ideas en productos o servicios tangibles mediante el uso eficiente de recursos tecnológicos y científicos.
Informar	Estrategias de comunicación para	Técnicas de comunicación efectiva	Habilitar a los estudiantes para comunicar el valor de su

Etapa del diseño instruccional	Tema	Habilidades	Propósito
	divulgar proyectos de emprendimiento.	para promover productos científicos y tecnológicos.	emprendimiento científico a inversores, clientes y socios potenciales, maximizando así sus oportunidades de éxito.

Cada tema incorporó recursos educativos abiertos como documentos, videos y audios, así como herramientas digitales y aplicaciones de inteligencia artificial orientadas a la generación y análisis de textos. Para cada tema se solicitó un entregable. El taller se organizó en cuatro sesiones síncronas y se implementó en el mes de abril de 2024. En la Figura 1 se muestra la estructura del taller.

**Figura 1**

*Estructura e interacción del taller.*



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Instrumento

Se utilizó un cuestionario llamado *ecomplex-CE*, que tiene como objetivo medir la autovaloración de las habilidades de emprendimiento científico desde la perspectiva del pensamiento complejo, la escala es de tipo Likert con 4 opciones de respuesta: 1) totalmente en desacuerdo, 2) en desacuerdo, 3) de acuerdo, y 4) totalmente de acuerdo. Fue validado previamente por 15 expertos en temas de ciencias de la educación y emprendimiento, obteniendo un coeficiente de confiabilidad general V de Aiken de 0.8846, que puede considerarse como alto (Merino-Soto, 2023). En la Tabla 3 se pueden observar las especificaciones del instrumento.

**Tabla 3***Dimensiones e ítems del instrumento ecomplex-CE*

<b>Dimensiones de pensamiento complejo</b>	<b>Variables</b>	<b>Ítems</b>
Pensamiento sistémico	Conocimiento técnico y experiencia en el campo	E1. Tengo el conocimiento disciplinar necesario para participar en un proyecto de emprendimiento científico.
		E2. Poseo experiencia colaborando o liderando proyectos de emprendimiento científico.
		E3. Mi formación profesional me capacita para contribuir eficazmente en proyectos de emprendimiento científico.
	Análisis de tendencias tecnológicas y comprensión del mercado	E4. Tengo la habilidad de identificar fuentes de información confiables para analizar tendencias tecnológicas relevantes para el emprendimiento.
		E5. Tengo la capacidad de identificar y comprender las tendencias tecnológicas relacionadas que pueden abordar eficazmente las necesidades sociales.
		E6. Puedo seleccionar de entre diversas tendencias tecnológicas la más adecuada para integrar en mi proyecto de emprendimiento científico.
	Desarrollo de productos/servicios basados en tecnología	E7. Mi experiencia en el desarrollo de servicios innovadores basados en ciencia y tecnología me capacita para contribuir significativamente en proyectos de emprendimiento.
		E8. Puedo liderar el desarrollo de productos basados en ciencia y tecnología
		E9. Puedo generar ideas de emprendimiento científico específicamente diseñadas para abordar desafíos en el campo científico-tecnológico.
	Gestión y protección de la propiedad intelectual	E10. Tengo la habilidad para distinguir entre elementos registrables como propiedad intelectual y aquellos que no lo son.
		E11. Conozco los procedimientos necesarios para hacer un registro de propiedad intelectual.
		E12. Tengo la capacidad de diseñar estrategias efectivas para registrar la propiedad intelectual de los diferentes componentes de un emprendimiento científico
Pensamiento científico	Metodologías de diseño ágiles y delgadas	E13. Tengo la capacidad de gestionar y completar las etapas de un emprendimiento científico en plazos reducidos.

Dimensiones de pensamiento complejo	Variables	Ítems
Pensamiento crítico		E14. Tengo la habilidad para coordinar y sincronizar las tareas de un equipo con el fin de desarrollar eficientemente las etapas de un proyecto. E15. Poseo experiencia en trabajar mediante la segmentación de proyectos y adaptando emprendimientos científicos de manera dinámica según las necesidades emergentes.
Hacking de crecimiento		E16. Tengo la habilidad para diseñar estrategias de optimización de recursos que permiten incrementar el volumen de usuarios, los ingresos o el impacto de un proyecto con un mínimo de gasto y esfuerzo. E17. Tengo experiencia en la aplicación de metodologías analíticas para examinar datos de comportamiento de usuarios y del mercado, con el fin de desarrollar estrategias efectivas de crecimiento.
Diseño de experiencia de usuario		E18. Tengo la capacidad para buscar soluciones fuera de lo común a los retos más comunes E19. Tengo la capacidad de encontrar soluciones innovadoras y poco convencionales para los desafíos más frecuentes.
Pensamiento innovador		E20. Poseo experiencia en la integración de principios de experiencia de usuario para desarrollar productos y servicios innovadores en el ámbito del emprendimiento científico E21. Tengo la habilidad para identificar y ejecutar decisiones estratégicas que potencian el crecimiento y la sostenibilidad en emprendimientos científicos.
Toma de decisiones		E22. Soy capaz de utilizar técnicas de resolver problemas complejos y tomar decisiones críticas en el desarrollo de proyectos científicos y tecnológicos.

Se utilizó el  $\alpha$  de Cronbach para analizar la confiabilidad del cuestionario, se obtuvo un valor general en el pretest de  $\alpha=0.9503$  y en el postest de  $\alpha=0.9525$ , que representan un indicador excelente (Luh, 2024). Se realizó un análisis de consistencia interna para el pretest, los resultados de la correlación de Pearson mostrados en la Tabla 4 con un p-valor de 0.000 representan relaciones positivas fuertes entre los cuatro tipos de pensamiento, con coeficientes que varían de 0.722 a 0.804, los valores de  $\alpha$  Cronbach oscilan entre 0.8272 y 0.8702, lo que refleja una buena consistencia interna para cada escala.

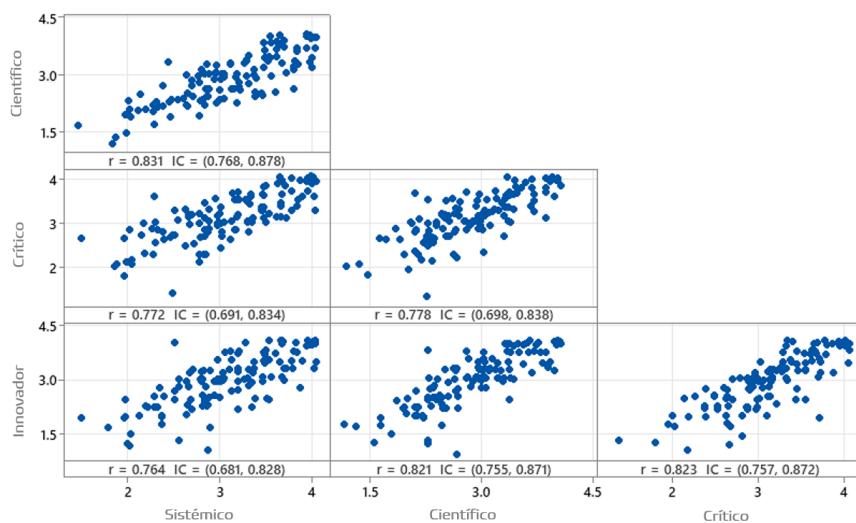
**Tabla 4***Análisis de confiabilidad del instrumento en el postest*

		Pensamiento Sistémico	Pensamiento Científico	Pensamiento Crítico	Pensamiento Innovador	α
						Cronbach
<b>Pensamiento</b>	Correlación de Pearson	1	.739**	.735**	.722**	.8702
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000	
<b>Pensamiento</b>	Correlación de Pearson	.739**	1	.758**	.746**	.8410
	Sig. (bilateral)	.000		.000	.000	
<b>Pensamiento</b>	Correlación de Pearson	.735**	.758**	1	.804**	.8272
	Sig. (bilateral)	.000	.000		.000	
<b>Pensamiento</b>	Correlación de Pearson	0.722**	0.746**	.804**	1	.8600
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000		

\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral), n=127.

En la Figura 2 se muestran los coeficientes de correlación con intervalos de confianza del 95%, el pensamiento sistemático y científico tienen una correlación muy alta ( $r=.831$ ), lo que sugiere que las habilidades en una de estas áreas están estrechamente vinculadas con habilidades en la otra. De manera similar, el pensamiento sistemático y creativo, así como el sistemático e innovador, presentan correlaciones fuertes ( $r=.772$  y  $r=.764$ , respectivamente), implicando una asociación significativa entre estos tipos de pensamiento.

Las relaciones entre el pensamiento científico y el creativo e innovador, también son fuertes ( $r=.778$  y  $r=.821$ , respectivamente). La más fuerte se presenta entre el pensamiento creativo e innovador ( $r=.823$ ), que refleja una asociación muy estrecha entre la capacidad de generar ideas nuevas y la capacidad de aplicarlas de manera práctica. La ausencia de p-valores sobre los intervalos de confianza reafirma la significancia estadística de todas las correlaciones observadas.

**Figura 2***Gráfica de matriz para correlación de Pearson*

Fuente: elaboración propia.

Se comprobó si la distribución de la muestra cumplía los parámetros de normalidad, en la Tabla 5 no se observan valores extremos para la asimetría (superiores a |2.00|), ni para la curtosis (entre 8.00 y 20.00) (Béjar, 1952; Borroni y De Capitani, 2022), se puede inferir que la muestra sigue una distribución normal. Las desviaciones estándar son relativamente en el pretest como en el postest, sin embargo, en el postest, esta disminuye para cada tipo de pensamiento, lo que sugiere que el taller pudo haber contribuido a una mayor homogeneidad en las respuestas de los participantes.

La asimetría en el pretest es ligeramente negativa, en el postest sigue siendo negativa y se vuelve más pronunciada en el pensamiento crítico e innovador (0.43 en ambos), las asimetrías cercanas a cero sugieren una distribución simétrica, pero la presencia de asimetría negativa en ambos tests indica una tendencia general de las puntuaciones hacia el extremo superior de la escala. La curtosis en el pretest varía, pero es cercana a cero o ligeramente negativa para la mayoría de las autovaloraciones. En el postest, la curtosis en pensamiento sistemático se vuelve más negativa (-0.61), el pensamiento crítico muestra una curtosis positiva en el postest (0.10), lo indica una distribución leptocúrtica.

**Tabla 5***Análisis descriptivo del pretest y el postest*

	Pretest				Postest			
	Media	Desv.E	Asimetría		Media	Desv.Est.	Asimetría	
			st.	sis			Curtosis	Curtosis
<b>Sistémico</b>	2.9536	.6495	-.33	-.10	3.0879	.5994	-.29	-.61
<b>Científico</b>	2.6890	.7049	-.11	-.62	2.8898	.6514	-.10	-.53
<b>Crítico</b>	2.9088	.6333	-.28	-.22	3.1457	.5480	-.43	.10
<b>Innovador</b>	2.6969	.7558	-.03	-.62	2.9843	.7284	-.43	-.36

Habiendo identificado la normalidad de la muestra, se realizó la comparación de los puntajes iniciales y finales totales y por dimensiones. Para ello, se utilizaron diversas pruebas estadísticas: 1) la comparación de valores atípicos para identificar si hay valores que se desvían significativamente del resto de los datos en la muestra, 2) la prueba t de student, para comparar las medias de dos grupos independientes y determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos, 3) la prueba t pareada, para comparar las medias entre los test, y 4) la prueba ANOVA para analizar las diferencias entre los puntajes entre los test, para determinar si las variaciones en las puntuaciones entre el pretest y el postest son mayores de lo que se esperaría por casualidad.

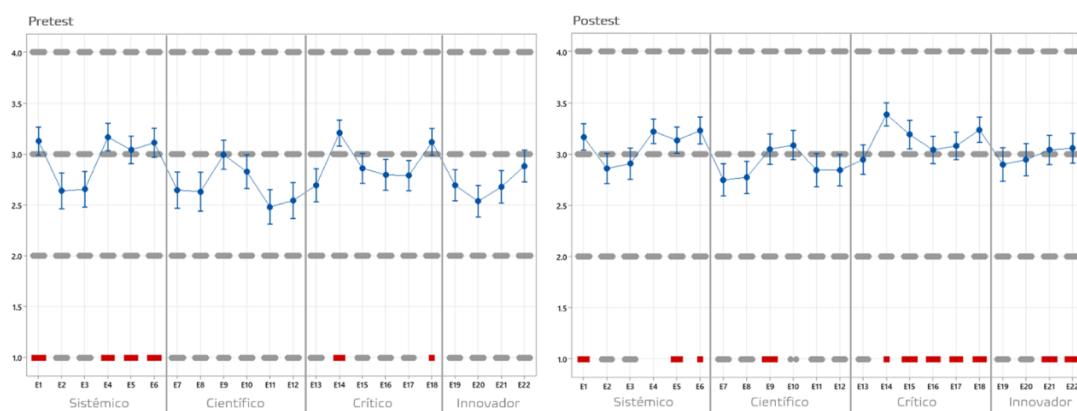
#### 4. Análisis y resultados

Se realizó la medición de la diferencia de las medias para encontrar datos atípicos, en la Figura 3 se observa que en ambas pruebas están en un rango similar, sin embargo, parecen ligeramente más altas en el postest para algunas dimensiones, podrían indicar un efecto positivo del taller. Respecto al pensamiento sistémico, se presentó un aumento de 0.130 que sugiere una mejora moderada de la autovaloración, el científico mejoró en 0.203, que indica que los participantes perciben que han adquirido una capacidad mejorada para analizar las tendencias relacionadas con el emprendimiento científico. En cuanto al pensamiento crítico, aumentó en 0.236, una mejora que podría interpretarse como un desarrollo significativo en la autovaloración de la habilidad de los participantes para trabajar con metodologías de diseño ágiles y delgadas, en el pensamiento innovador se encuentra la mayor diferencia observada con un coeficiente de 0.287, lo cual es indicativo de un progreso en la percepción para aplicar ideas creativas de manera práctica y efectiva.

Respecto a los datos atípicos marcados en rojo en la Figura 3, estos se distribuyen a lo largo de ambas pruebas, su presencia indica puntuaciones significativamente más bajas, esto podría sugerir que los participantes están encontrando dificultades para comprender conceptos en temas de emprendimiento científico. No se observan puntuaciones atípicamente altas que podrían representar áreas de fortaleza. Al revisar la base de datos no se encontraron respuestas que pudieran significar un riesgo para continuar con el análisis.

**Figura 3**

*Comparación de medias entre pretest y postest*



Fuente: elaboración propia.

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre el pretest y el postest, se aplicó la prueba t de Student para dos muestras. Los resultados se presentan en la Tabla 6, donde se reporta una correlación de Pearson moderadamente fuerte de .8329, lo que indica que existe una relación positiva entre las puntuaciones antes y después del taller, es decir, los participantes que inicialmente reportaron una alta autovaloración tendieron a mantenerla, mientras que aquellos con puntuaciones más bajas también mostraron una tendencia similar en el postest (Lugo-Armenta y Pino-Fan, 2022).

Para evaluar la magnitud de las diferencias, se utilizó el coeficiente de Tukey ( $T\alpha = .21$ ), encontrándose una diferencia muestral de .02. Este valor indica que las variaciones observadas entre las dos mediciones son mínimas y no superan el umbral necesario para ser consideradas estadísticamente significativas. Aunque la media del pretest fue menor que la del postest, lo que sugiere una mejora en la autovaloración de los participantes, la diferencia general de .214, con un nivel de significancia de  $p = .05$ , demuestra que este aumento podría deberse al azar y no necesariamente a un efecto real del taller. Es decir, aunque los participantes percibieron un impacto positivo en sus habilidades emprendedoras, el análisis estadístico no proporciona evidencia suficiente para confirmar que esta mejora sea atribuible de manera concluyente a la intervención.

**Tabla 6**

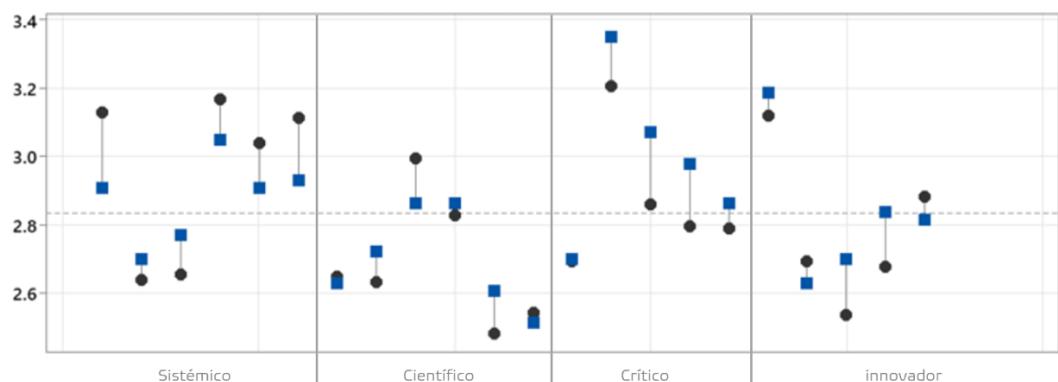
*Estadísticas de la prueba t*

	Pretest	Postest	Diferencia muestral (dm)	Método de Tukey $T\alpha=0.22$
<b>Promedio</b>	2.822409091	2.843551797	.02	Si $T\alpha < dm$ =Diferencia no significativa
<b>Varianza</b>	.051027396	.04023703		
<b>Desviación standard</b>	0.88318	.8042		
<b>Correlación de Pearson</b>	.832872721			

En la Figura 4 se observa el orden de datos pareados, la prueba indica que la media del postest (3.0744) supera a la del pretest (2.1274), con una diferencia de 0.94702 ( $p < 0.001$ ). Este resultado, con un intervalo de confianza del 95% y una desviación estándar más baja en las diferencias pareadas, confirma que el taller tuvo un efecto estadísticamente positivo en la autovaloración de los estudiantes, la desviación estándar en el postest, aunque aumentada, indica una variabilidad que no compromete la efectividad general del taller.

**Figura 4**

*Prueba t pareada entre pretest y postest*



Fuente: Elaboración propia.

Para determinar si las diferencias observadas entre el pretest y el postest eran estadísticamente significativas, se llevó a cabo un análisis ANOVA de un factor de efectos fijos. Los resultados, presentados en la Tabla 7, muestran un efecto notable del taller en la autovaloración de los estudiantes con respecto a su competencia en pensamiento complejo. En particular, se obtuvo un coeficiente F de 129.095, un valor superior al crítico ( $F_c = 4.06170$ ), lo que indica que las variaciones entre las mediciones no son atribuibles al azar. Asimismo, el valor p obtenido (1.35405E-33), refuta la hipótesis nula de que no hubo cambios significativos en la autovaloración de los participantes.

Estos hallazgos sugieren que la intervención tuvo un impacto positivo en la percepción de los estudiantes sobre sus habilidades emprendedoras, fortaleciendo su pensamiento complejo. Aunque la prueba t de Student no mostró diferencias significativas en las medias generales, el ANOVA confirma que la variabilidad observada entre las mediciones pre y post taller es lo suficientemente alta como para considerar que el programa influyó en la autovaloración de los participantes. Esto refuerza la importancia de implementar estrategias formativas que fomenten el pensamiento complejo en el emprendimiento científico, aunque también señala la necesidad de estudios complementarios que exploren con mayor profundidad la relación causal entre la intervención y el desarrollo de estas competencias (Sisso et al., 2023).

En general, los resultados indican que existe una mejora en la percepción de las habilidades emprendedoras entre el pretest y el postest, respaldada por un incremento en las medias de las dimensiones evaluadas. El pensamiento innovador presentó el mayor aumento, con una diferencia de 0.287 puntos, seguido del pensamiento crítico con 0.236 puntos. Aunque estas diferencias no alcanzaron significancia estadística, reflejan una tendencia positiva en la autovaloración de los participantes, lo anterior sugiere que se manifestó un efecto favorable del taller en el desarrollo de competencias emprendedoras, además, es posible que la percepción de mejora refleje un progreso subjetivo en la autovaloración, lo cual es relevante en términos de motivación y disposición para emprender.

Estos resultados podrían estar relacionados con la naturaleza práctica del taller, que permitió a los estudiantes aplicar sus conocimientos en la creación de proyectos que parten de situaciones reales, fortaleciendo así sus habilidades de innovación y pensamiento crítico.

Además, la interacción colaborativa durante las etapas de identificación, ideación, invención e información pudo haber potenciado en los participantes sus capacidades emprendedoras.

**Tabla 7**

Anova: Factor simple

Resumen						
Grupos	Conteo	Suma	Promedio	Varianza		
Pre	23	48.9296	2.127373913	.0405712		
Post	23	14.8006	.643504348	.0015239		
ANOVA						
Fuente de variación	SS	df	MS	F	P-valor	F crítico
Entre grupos	25.3214922	1	25.3214922	1203.0607	1.35405E-33	4.0617
Dentro de los grupos	0.926092634	44	.02104756			
Total	26.24758483	45				

## 5. Discusión

En este estudio se evaluaron las mejoras en las habilidades emprendedoras mediante un enfoque cuantitativo pretest-postest. Uno de los hallazgos muestra que la autovaloración de las habilidades de emprendimiento científico mejoró significativamente entre el pretest y el postest. En la Figura 3 se observó un aumento en la media del pensamiento sistemático de 2.9536 a 3.0879, sugiriendo una mejora moderada. Según Piñeiro-Chousa et al. (2020), el desarrollo de habilidades emprendedoras es crucial para la formación profesional. Esto evidencia la importancia de incorporar programas educativos centrados en competencias emprendedoras y destaca el impacto positivo del taller en los estudiantes.

Además de esto, las habilidades de pensamiento crítico mostraron un aumento notable en la autovaloración de los participantes. El pensamiento crítico aumentó en 0.236, indicando un desarrollo significativo en la capacidad de trabajar con metodologías de diseño ágiles y delgadas. Fernández et al. (2022) afirman que las competencias emprendedoras están relacionadas con capacidades que pueden adquirirse mediante formación y capacitación. En este sentido, la mejora en pensamiento crítico sugiere que el taller proporcionó herramientas efectivas para el desarrollo de habilidades críticas esenciales en el emprendimiento científico.

Asimismo, el pensamiento innovador fue la dimensión con mayor diferencia observada, indicando un progreso significativo. Se registró un aumento de 0.287 en el pensamiento innovador, lo cual es indicativo de un avance en la aplicación práctica de ideas creativas, lo anterior confirma que la habilidad para el emprendimiento surge de la interacción integral del estudiante con su entorno de socialización (Duval-Couetil et al., 2021). Este incremento en la innovación refleja la capacidad de los estudiantes para generar soluciones creativas, evidenciando el valor de un enfoque educativo que fomenta el pensamiento complejo.

Por otro lado, aunque se observó una correlación positiva entre los puntajes del pretest y el postest, esta no resultó estadísticamente significativa. La correlación de Pearson fue de 0.8329, y la diferencia medida mediante la prueba t de Student fue de 0.02, sin alcanzar significancia estadística. A pesar de la ausencia de significancia, la correlación sugiere una tendencia positiva en la autovaloración de competencias, lo que resalta la importancia de programas educativos centrados en el emprendimiento. Este hallazgo refuerza la necesidad de considerar las demandas del entorno laboral actual en la formación académica (Boyle et al., 2021).

Sin embargo, los resultados de la prueba ANOVA confirmaron un efecto significativo del taller en la autovaloración de los estudiantes. El coeficiente F obtenido fue de 129.095, sustancialmente superior al valor crítico  $F_c$  de 4.06170, y el p-valor fue prácticamente inexistente (1.35405E-33). Este hallazgo respalda la efectividad del taller en la mejora de competencias de pensamiento complejo, alineándose con la necesidad de integrar habilidades digitales en la educación superior.

Las diferencias en los resultados entre las dos pruebas pueden explicarse por la naturaleza de cada análisis estadístico. La prueba t comparó exclusivamente las medias del pretest y postest, lo que puede hacerla menos sensible a variaciones dentro del grupo si la muestra es pequeña o si existe alta variabilidad individual en los puntajes. En contraste, el ANOVA evaluó la variabilidad total y permitió identificar efectos más sutiles al considerar las diferencias entre los grupos y dentro de ellos, lo que aumentó su capacidad para detectar cambios significativos. Además, es posible que el impacto del taller no se refleje de manera homogénea en todos los participantes, lo que podría diluir la significancia en el análisis pretest-postest pero volverse más evidente al evaluar la variabilidad con ANOVA. Factores como el tiempo de exposición al taller, el nivel inicial de competencias de los estudiantes y su predisposición a la autoevaluación pueden haber influido en estos resultados.

Sin embargo, debe destacarse que los resultados reflejan una homogeneidad mayor en las respuestas de los participantes tras el taller. La desviación estándar disminuyó en el postest para cada tipo de pensamiento, sugiriendo mayor uniformidad en las autovaloraciones, al respecto, Macías et al. (2020) mencionan que el pensamiento complejo requiere un enfoque sistémico y crítico basado en realidades educativas actuales. En este sentido, la reducción en la variabilidad de las respuestas indica que el taller contribuyó a una percepción más uniforme y consolidada de las competencias, resaltando su efectividad.

De igual forma, las habilidades de emprendimiento científico fueron percibidas de manera más positiva tras participar en el taller. El pensamiento científico mejoró en 0.203, indicando una capacidad mejorada para analizar tendencias relacionadas con el emprendimiento científico, lo anterior muestra que los estudiantes pueden desarrollar habilidades emprendedoras científicas, destacando el potencial de las intervenciones educativas para fomentar el emprendimiento (Farida et al., 2022). Otro de los hallazgos evidencia que la percepción de habilidades en el pensamiento sistémico también mostró una mejora. La media del pensamiento sistémico pasó de 2.9536 en el pretest a 3.0879 en el postest. Esto resalta que la mejora en el pensamiento sistémico refleja una mayor capacidad para integrar conocimientos científicos en proyectos de emprendimiento. Por lo anterior, los hallazgos de este estudio sugieren que el desarrollo del pensamiento complejo a través del taller influyó en la autovaloración de las habilidades emprendedoras de los participantes. Sin embargo, es fundamental analizar cómo estas mejoras pueden traducirse

en situaciones reales de emprendimiento científico. La aplicación práctica de estas competencias se refleja en la capacidad de los estudiantes para identificar oportunidades en sus áreas de especialización, diseñar soluciones innovadoras y comunicar sus ideas de manera efectiva. En este sentido, metodologías como el aprendizaje basado en retos, el uso de herramientas digitales para la ideación de proyectos y la aplicación de modelos de prototipado rápido fueron clave para promover el pensamiento crítico y fomentar la innovación. Estas estrategias permitieron a los participantes desarrollar enfoques estructurados para resolver problemas complejos y, al mismo tiempo, adquirir una mentalidad emprendedora alineada con la realidad del sector científico y tecnológico.

Los resultados subrayan la importancia de programas educativos que desarrollen el pensamiento complejo para el emprendimiento científico. Las mejoras en la autovaloración de habilidades emprendedoras demuestran el impacto positivo del taller. Estos hallazgos sugieren que las experiencias formativas centradas en competencias superiores pueden potenciar el emprendimiento científico, contribuyendo al desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles.

## 6. Conclusiones

El pensamiento complejo emerge como un catalizador esencial en el emprendimiento científico, permitiendo a los innovadores desentrañar y abordar las intrincadas redes de problemas contemporáneos con soluciones creativas y sostenibles. Este estudio tuvo como objetivo analizar la autovaloración del pensamiento complejo orientado al desarrollo de habilidades de emprendimiento científico en estudiantes de la Universidad San Carlos de Guatemala con un taller de emprendimiento científico con visión de futuro. Los hallazgos dan cuenta de (a) una mejora en la percepción de las habilidades de emprendimiento de los estudiantes tras completar el taller, lo cual refleja la potencial eficacia del programa educativo, aunque estas mejoras no alcanzaron significancia estadística, y, (b) el desarrollo del emprendimiento científico se facilita mediante el cultivo de competencias avanzadas, como el pensamiento complejo, y que el empleo de experiencias educativas bien diseñadas, junto con plataformas de aprendizaje, puede incrementar la autovaloración de las habilidades emprendedoras.

Para la práctica educativa, estos resultados subrayan la importancia de integrar estrategias didácticas que promuevan el pensamiento complejo y la autopercepción emprendedora, utilizando recursos digitales y evaluaciones formativas que motiven a los estudiantes a aplicar y reflexionar sobre sus habilidades en contextos reales. En cuanto a las implicaciones para la investigación, este estudio anima a adoptar métodos de análisis diversificados, considerar poblaciones más amplias y variadas (diferentes perfiles de estudiantes, disciplinas, tipos de universidades, países), y explorar diferentes contextos educativos para profundizar en cómo las intervenciones pedagógicas específicas impactan en el desarrollo del emprendimiento científico.

Si bien los resultados sugieren una mejora en la autovaloración de las habilidades de emprendimiento científico tras la participación en el taller, es importante destacar que dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Esto implica que, aunque los participantes percibieron un impacto positivo en su desarrollo de competencias emprendedoras, estos cambios podrían estar influenciados por factores subjetivos o

externos al programa. En este sentido, se recomienda interpretar los hallazgos con cautela y considerar estudios adicionales con diseños experimentales más robustos y muestras más amplias para obtener una evaluación más precisa del impacto del taller.

Una limitación importante del estudio es el tamaño y la composición de la muestra, ya que, al centrarse en una única institución educativa, los hallazgos pueden estar influenciados por factores contextuales específicos, como el perfil académico de los estudiantes, la cultura institucional y los recursos disponibles. Esto dificulta la extrapolación de los resultados a otras poblaciones con características distintas.

Asimismo, la breve duración de la intervención puede no haber sido suficiente para generar un impacto profundo y sostenido en el desarrollo de competencias emprendedoras. Es posible que algunos efectos del taller solo se manifiesten a mediano o largo plazo, lo que no pudo ser captado en la evaluación realizada. Además, la autovaloración de los estudiantes, utilizada como principal medida de evaluación, puede estar sujeta a sesgos de percepción y no reflejar con precisión los cambios reales en sus habilidades. Otro aspecto a considerar es que el estudio no tomó en cuenta variables externas que podrían haber influido en los resultados, como experiencias previas de los estudiantes en emprendimiento, su nivel de motivación o la posible influencia de otros cursos o actividades simultáneas.

Sin embargo, a pesar de las limitaciones identificadas, este estudio puede servir como punto de partida para el desarrollo de nuevas líneas de investigación sobre el impacto de las intervenciones educativas en el emprendimiento científico. Futuros estudios podrían ampliar el alcance de esta investigación explorando la efectividad de programas similares en distintos tipos de emprendimientos y contextos institucionales. Además, sería valioso emplear una mayor diversidad de instrumentos de evaluación, tanto cualitativos como cuantitativos, para obtener una visión más integral del desarrollo de competencias emprendedoras. Asimismo, una ampliación de la población estudiada permitiría analizar con mayor profundidad las dinámicas del emprendimiento científico en una variedad de entornos educativos, contribuyendo así a la generación de estrategias más robustas y generalizables para su fomento en la educación superior.

#### Contribución de los autores

Conceptualización, C.E.G.R.; conservación de datos, C.E.G.R.; C.E.G.R. y L.M.O.C.; obtención de financiación, C.E.G.R.; investigación, C.E.G.R. y L.M.O.C.; metodología, C.E.G.R.; gestión del proyecto, C.E.G.R. y L.M.O.C.; recursos, C.E.G.R.; C.E.G.R. y L.M.O.C.; supervisión, C.E.G.R.; validación, C.E.G.R.; visualización, L.M.O.C.; redacción-preparación del borrador original, C.E.G.R.; redacción-lectura de prueba y edición, C.E.G.R. y L.M.O.C.

#### Financiación

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'. Esta investigación no ha recibido financiación externa

#### Aprobación ética

No se aplica

#### Consentimiento de publicación

No se aplica

#### Conflictos de interés

El/Los autor/es/as declaran no tener conflictos de interés

#### Derechos y permisos

**Open Access.** Este artículo está licenciado bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#), que permite el uso, intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor original y a la fuente, se proporcione un enlace a la licencia Creative Commons y se indique si se realizaron cambios.

#### Disponibilidad de datos

El conjuntos de datos utilizados en este estudio están disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia

## Referencias

- Abebe, S.A. (2023). Refugee entrepreneurship: Systematic and thematic analyses and a research agenda. *Small Business Economics*, 60(1), 315–350. <https://doi.org/10.1007/s11187-022-00636-3>
- 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>
- Alvarez-Icaza, I., Molina-Espinosa, M., & Suárez-Brito, P. (2024) Adaptive Learning for Complex Thinking: A Systematic Review of Users' Profiling Strategies. *Journal of Social Studies Education Research*, 15(2), 251-272. <https://jsser.org/index.php/jsser/article/view/5529>
- Azqueta, A., Sanz-Ponce, R. & Núñez-Canal, M. (2023). Trends and Opportunities in Social Entrepreneurship Education Research. *Administrative Sciences*, 13(11), 232. <https://doi.org/10.3390/admsci13110232>
- Baena-Luna, P., García-Río, E. & Monge-Agüero, M. (2020). Entrecomp: marco competencial para el emprendimiento. Una revisión sistemática de la literatura sobre su uso y aplicación. *Información Tecnológica*, 31(2), 163–172. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000200163>
- Bahena-Álvarez, I. L., Cordón-Pozo, E. & Delgado-Cruz, A. (2019). Social entrepreneurship in the conduct of responsible innovation: Analysis cluster in Mexican SMEs. *Sustainability*, 11(13), 3714. <https://doi.org/10.3390/su11133714>
- Baker, E. (2022). From planning to entrepreneurship: On the political economy of scientific pursuit. *Studies in History and Philosophy of Science*, 92, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2022.01.013>
- Béjar, J. (1952). Máximos y mínimos de los coeficientes de asimetría y curtosis en poblaciones finitas. *Trabajos de Estadística*, 3, 3–11. <https://doi.org/10.1007/BF03002858>
- Blanksteijn, M., Bossink, B. & van der Sijde, P. (2020). Science-based entrepreneurship education as a means for university-industry technology transfer. *International Entrepreneurship and Management Journal*. <https://doi.org/10.1007/s11365-019-00623-3>
- Borroni, C.G. & De Capitani, L. (2022). Some measures of kurtosis and their inference on large datasets. *AStA Advances in Statistical Analysis*, 106, 573–607. <https://doi.org/10.1007/s10182-022-00442-y>
- Boyd, R. L. (2022). Entrepreneurship and Labor Absorption: Blacks and Whites in Northern U.S. Cities During the Great Depression. *Review of Black Political Economy*, 49(4), 403–422. <https://doi.org/10.1177/00346446211060543>
- Boyle, T.A. & Dwyer, C. (2021). Developing Entrepreneurial Competencies in Science Students. *Journal of Entrepreneurship Education*, 24(3), 101-120. <https://doi.org/10.5465/AMLE.2020.0314>

- Calanchez Urribarri, A., Chavez Vera, K., Reyes Reyes, C. & Ríos Cubas, 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>
- Cardella, G.M., Hernández-Sánchez, B.R. & Sánchez-García, J.C. (2020). Women Entrepreneurship: A Systematic Review to Outline the Boundaries of Scientific Literature. *Frontiers in Psychology*, 11, 1557. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01557>
- Cardella, G.M., Hernández-Sánchez, B.R., Monteiro, A.A. & Sánchez-García, J.C. (2021). Social entrepreneurship research: Intellectual structures and future perspectives. *Sustainability*, 13(14), 7532. <https://doi.org/10.3390/su13147532>
- Cheng, T. (2022). The Application of Web-Based Scientific Computing System in Innovation and Entrepreneurship. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2022/1453889>
- Chepurenko, 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>
- Cruz-Sandoval, M., Vázquez, C., Carlos-Arroyo, M. & Amézquita-Zamora, J. (2023). Student Perception of the Level of Development of Complex Thinking: An Approach Involving University Women in Mexico. *Journal of Latinos and Education*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/15348431.2023.2180370>
- 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>
- De Oca Rojas, M., Isaac, B. & Nelson, C. C. S. (2022). Research methodology in entrepreneurship: A strategy for the scientific production of university teachers. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(2), 381–391. <https://doi.org/10.31876/rcs.v28i2.37945>
- Diez, R. C. Á., Esparza, R. M. V., Bañuelos-García, V. H., Santillán, M. T. V., Félix, B. I. L., Luna, V. A., Ponce, J. R. H., Martínez, F. M. G., Alvarado-Peña, L. J. & López-Robles, J. R. (2022). Silver economy and entrepreneurship, an emerging innovative area: An academic, scientific and business framework for building new knowledge. *Iberoamerican Journal of Science Measurement and Communication*, 2(3). <https://doi.org/10.47909/ijsmc.45>
- Duval-Couetil, N., Ladisch, M. & Yi, S. (2021). Addressing academic researcher priorities through science and technology entrepreneurship education. *Journal of Technology Transfer*, 46(2), 288–318. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09787-5>
- Farida, F. A., Hermanto, Y. B., Paulus, A. L. & Leylasari, H. T. (2022). Strategic Entrepreneurship Mindset, Strategic Entrepreneurship Leadership, and Entrepreneurial Value Creation of SMEs in East Java, Indonesia: A Strategic Entrepreneurship Perspective. *Sustainability*, 14(16), 10321. <https://doi.org/10.3390/su141610321>

- Fernández, G., Ayaviri, R. D., Nina, V. D. A. & Núñez, A. I. M. (2022). Competencias emprendedoras para generar una cultura de emprendimiento en la educación superior. *Revista de ciencias sociales*, 28(6), 297-313. <https://doi.org/10.31876/rcc.v28i.38847>
- Filser, M., Kraus, S., Roig-Tierno, N., Kailer, N. & Fischer, U. (2019). Entrepreneurship as catalyst for sustainable development: Opening the black box. *Sustainability*, 11(16), 4503. <https://doi.org/10.3390/su11164503>
- Fini, R., Perkmann, M. & Ross, J.-M. (2022). Attention to Exploration: The Effect of Academic Entrepreneurship on the Production of Scientific Knowledge. *Organization Science*, 33(2), 688–715. <https://doi.org/10.1287/orsc.2021.1455>
- Gicheva, D. & Link, A.N. (2022). Public sector entrepreneurship, politics, and innovation. *Small Business Economics*, 59(2), 565–572. <https://doi.org/10.1007/s11187-021-00550-0>
- Harrison, R.T. (2023). W(h)ither entrepreneurship? Discipline, legitimacy and super-wicked problems on the road to nowhere. *Journal of Business Venturing Insights*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2022.e00363>
- Jiang, D. & Hou, Z. (2019). Research on the mode of innovation and entrepreneurship education for college students. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(11), 831–835. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.11.1313>
- López-Caudana, E. O., Vázquez-Parra, J.C., George-Reyes, C.E., & Valencia González, G. C. (2025). Scientific-technological entrepreneurship and complex thinking for all: A gender study in science clubs in Mexico. *Journal of Latinos and Education*. <https://doi.org/10.1080/15348431.2024.2444938>
- Lugo-Armenta, J. & Pino-Fan, L. (2022). Inferential reasoning of high school mathematics teachers about t-Student statistic. *Uniciencia*, 36(1), 1-29. <https://doi.org/10.15359/ru.36-1.25>
- Luh, W.M. (2024). A General Framework for Planning the Number of Items/Subjects for Evaluating Cronbach's Alpha: Integration of Hypothesis Testing and Confidence Intervals. *Methodology*, 20(1), 1-21. <https://doi.org/10.5964/meth.10449>
- Manterola, C. & Otzen, T. (2015). Estudios Experimentales 2 Parte. Estudios Cuasi-Experimentales. *International Journal of Morphology*, 33(1), 382-387. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022015000100060>
- 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>
- Muñoz, P. & Dimov, D. (2023). A translational framework for entrepreneurship research. *Journal of Business Venturing Insights*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2022.e00361>
- Niu, B., Liu, Q. & Chen, Y. (2019). Research on the university innovation and entrepreneurship education comprehensive evaluation based on AHP method. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(9), 623–628. Scopus. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.9.1278>

- 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>
- Pastran, A. L. (2021). Acción por el Clima: Emprendedores Sostenibles (ODS 12 Producción y Consumo Responsable). *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 128. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi128.4867>
- Piñeiro-Chousa, J., López-Cabarcos, M. Á., Romero-Castro, N. M. y 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>
- Shi, J. & Cheung, A. (2024). The Impacts of a Social Emotional Learning Program on Elementary School Students in China: A Quasi-Experimental Study. *Asia-Pacific Education Researcher*, 33(1), 59-69. <https://doi.org/10.1007/s40299-022-00707-9>
- Silva, F. O., Espuny, M., Costa, A. C. F., Anaya, Y. B., Faria, A. M., Santos, G. & de Oliveira, O. J. (2024). Drivers for Entrepreneurship Education: Harnessing Innovation for Quality Youth Employment and Income Generation. *Quality Innovation Prosperity*, 28(1), 193. <https://doi.org/10.12776/qip.v28i1.1905>
- Sisso, D., Bass, N. & Williams, I. (2023). Teaching One-Way ANOVA with engaging NBA data and R Shiny within a flexdashboard. *Teaching Statistics*, 45(2), 69-78. <https://doi.org/10.1111/test.12332>
- Suárez-Brito, P., Elizondo-Noriega, A., Lis-Gutiérrez, J.P., Henao-Rodríguez, C., Forte-Celaya, M.R. & Vázquez-Parra, J.C. (2024), Differential impact of gender and academic background on complex thinking development in engineering students: a machine learning perspective. *On the Horizon*, 33(1), 14-31. <https://doi.org/10.1108/OTH-11-2023-0036>
- Sułkowski, Ł. & Patora-Wysocka, Z. (2020). International entrepreneurship of universities: Process-oriented and capabilities perspectives. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 8(3), 175–188. <https://doi.org/10.15678/EBER.2020.080310>
- Surana, K., Singh, A. & Sagar, A. D. (2020). Strengthening science, technology, and innovation-based incubators to help achieve Sustainable Development Goals: Lessons from India. *Technological Forecasting and Social Change*, 157, 120057. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120057>
- Thomas, E., Faccin, K. & Asheim, B. T. (2020). Universities as orchestrators of the development of regional innovation ecosystems in emerging economies. *Growth and Change*, 52(2), 770-789. <https://doi.org/10.1111/grow.12442>
- Vázquez-Parra, J. C., Lis-Gutiérrez, J. P., Henao-Rodriguez, L. C., George-Reyes, C. E., Tramontegnan, C. L., Del Río-Urenda, S., Chio, M. E. B., & Tariq, R. (2025). Comparison of Perceived

- Achievement of Complex Thinking Competency Among American, European, and Asian University Students. *Social Sciences*, 14(1), 42. <https://doi.org/10.3390/socsci14010042>
- Virzi, N., Koirala, B. & Spillan, J. (2015). Factores que influyen en la inclinación de estudiantes de hacerse emprendedores: Perspectivas desde Guatemala. *Multidisciplinary Business Review*, 8(2), 72–84. <https://journalmbr.net/index.php/mbr/article/view/330>
- Wang, M., Cai, J., Soetanto, D. & Guo, Y. (2023). Why do academic scientists participate in academic entrepreneurship? An empirical investigation of department context and the antecedents of entrepreneurial behavior. *Journal of Small Business Management*, 61(4), 1497–1528. <https://doi.org/10.1080/00472778.2020.1844486>
- Wurth, B., Stam, E. & Spigel, B. (2021). Toward an Entrepreneurial Ecosystem Research Program. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 46(3), 104225872199894. <https://doi.org/10.1177/1042258721998948>

### Cómo citar:

George-Reyes, C.E. & Oliva-Córdova, L.M. (2025). Pensamiento complejo como habilitador del emprendimiento científico: autovaloración desde la educación superior en Guatemala. [Complex thinking as an enabler of scientific entrepreneurship: self-assessment from higher education in Guatemala]. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 73, Art.5. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.111533>