

# Estudiantes e Inteligencia Artificial: estudio comparativo de respuestas creativas a problemas ambientales

## Students and Artificial Intelligence: a comparative study of creative responses to environmental problems

Marina Bicalho-Rodrigues<sup>1</sup>, María José Ruiz-Melero<sup>2</sup>, Marta Sainz-Gómez<sup>3</sup>, Rosario Bermejo<sup>4</sup>, Jane Chagas-Ferreira<sup>5</sup>, Suellen Kotz<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Brasília [maribicalho@gmail.com](mailto:maribicalho@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidad de Murcia [mariajose.ruiz4@um.es](mailto:mariajose.ruiz4@um.es)

<sup>3</sup> Universidad de Murcia [m.gomez@um.es](mailto:m.gomez@um.es)

<sup>4</sup> Universidad de Murcia [charo@um.es](mailto:charo@um.es)

<sup>5</sup> Universidade de Brasília [janeffc@unb.br](mailto:janeffc@unb.br)

<sup>6</sup> Universidade de Brasília [suellencrp5@gmail.com](mailto:suellencrp5@gmail.com)

Recibido: 11/11/2024

Aceptado: 28/7/2025

Copyright ©

Facultad de CC. de la Educación y Deporte.  
Universidad de Vigo



Dirección de contacto:

María José Ruiz Melero

Facultad de Educación. Universidad de Murcia

Campus de Espinardo. Edificio nº 9  
30100 Murcia

### Resumen

La creatividad está considerada como una habilidad esencial para enfrentar los desafíos ambientales. El objetivo de este estudio es comparar la creatividad humana y la creatividad artificial ante la resolución creativa de problemas ambientales. Participaron 29 estudiantes de 4º de Educación Primaria (37,90 % niños y 62,10 % niñas) con una edad media de 9,62 años, de una Escuela Pública del Distrito Federal – Brasil y el modelo de lenguaje Chat GPT. Los estudiantes participaron simultáneamente en dos programas: el primero de Educación Ambiental y el segundo de Estímulo de la Creatividad. Se valoraron tres dimensiones de la creatividad: fluidez, flexibilidad y originalidad. Los resultados indican que los estudiantes generaron un total de 147 ideas ( $M=5,17$ ;  $DT=2,89$ ), mientras que Chat GPT generó 10. Todas las ideas se distribuyeron en 17 categorías, los estudiantes abarcaron 16 ( $M=3,7$ ;  $DT=1,43$ ) y Chat GPT sólo 7 categorías. En cuanto a la originalidad, 67 (45,48 %) de las ideas de los estudiantes y 5 (50 %) del Chat GPT fueron consideradas originales. La evaluación de los expertos indica que las respuestas de los estudiantes son más innovadoras, mientras que las respuestas de la IA son más útiles y realistas.

### Palabras clave

Creatividad Humana, Creatividad Artificial, Inteligencia Artificial, Resolución de Problemas Ambientales, Educación Ambiental

### Abstract

Creativity has emerged as an essential skill for addressing environmental challenges. The objective of this study is to compare human and artificial creativity in solving environmental problems. Twenty-nine 4th-grade students (37,90% boys and 62,10% girls) from a public school in the Federal District of Brazil, with an average age of

9,62 years, participated, along with the language model ChatGPT. The students took part in two simultaneous programs: the first focused on environmental education, and the second on fostering creativity. Three dimensions of creativity were assessed: fluency, flexibility, and originality. The results show that the students generated a total of 147 ideas ( $M = 5,17$ ;  $SD = 2,89$ ), while ChatGPT generated 10. All ideas were grouped into 17 categories, with students covering 16 ( $M = 3,7$ ;  $SD = 1,43$ ) and ChatGPT 7. Regarding originality, 67 (45,48%) of the students' ideas and 5 (50%) of ChatGPT's were considered original. Expert evaluations suggest that the students' responses were more innovative, while the AI's responses were more practical and realistic.

### Key Words

Human Creativity, Artificial Creativity, Artificial Intelligence, Environmental Problem Solving, Environmental Education

---

## 1. INTRODUCCIÓN

La Agenda 2030 es un plan de acción global para las personas, el planeta y la prosperidad. El documento establece objetivos y metas destinados a estimular la acción en áreas consideradas de gran relevancia para la humanidad y el planeta en los próximos 15 años desde su publicación. Este plan alertaba sobre la urgencia de acciones comprometidas con el consumo y la producción sostenible, así como la gestión de los recursos naturales y la adopción de medidas urgentes para combatir los problemas ambientales (United Nations, 2015). Asimismo, los resultados del último Informe Luz, del *Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030* (2023), resaltan la urgencia de desarrollar directrices para que la educación, especialmente la Educación Ambiental, contribuya a un futuro más sostenible. Este informe es responsable de presentar anualmente la evaluación y el monitoreo del progreso de Brasil en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Establecer estrategias para la formación de ciudadanos que sean al mismo tiempo creativos y ecológicos es fundamental para alcanzar las metas establecidas en la Agenda 2030, específicamente la meta 4.7 del ODS 4. Esta meta establece que todos los estudiantes deben adquirir conocimientos y habilidades fundamentales para promover el desarrollo sostenible (United Nations, 2015). Al respecto, Kimura (2024) sugiere que el ODS 4 solo se alcanzará mediante mejoras y una organización integrada que involucre al entorno educativo, políticas educativas, sistemas eficientes, presupuestos adecuados, profesores capacitados y el desarrollo de competencias estudiantiles.

Dado este contexto de desafíos educativos, surge la pregunta de cómo la Inteligencia Artificial (IA) puede contribuir a la Agenda 2030, a la Educación Ambiental y, por ende, a la formación de ciudadanos ecológicos. En este sentido, es fundamental tener en cuenta las capacidades singulares de la IA, que se destacan frente a otros sistemas computacionales por su habilidad para adaptarse de manera flexible y dinámica a diversas situaciones (Vinchon et al., 2023), así como por su capacidad de proporcionar información precisa, tomar decisiones fundamentadas y resolver problemas que antes solo los humanos podían solucionar (Romo-Pérez et al., 2023). Además, es fundamental reconocer también el potencial creativo de la IA, un fenómeno emergente tanto en los seres humanos, inmersos en un sistema sociocultural, como en la IA, desarrollada por máquinas creadas por el hombre (Amabile, 2020; Vinchon et al., 2023).

En este contexto, el avance de la Educación, en especial la Educación Ambiental, orientada hacia la construcción de una civilización más ecológica, se ha convertido en una tendencia inevitable para alcanzar las metas establecidas por la Agenda 2030 (Zhou et al., 2023). Pitanga (2019) señala que la Educación Ambiental, puede fomentar la formulación de pensamientos reflexivos y críticos, permitiendo cuestionar nuestros propios comportamientos, valores y actitudes hacia el medio ambiente.

Campos Cancino (2024) apunta que, para promover el desarrollo integral de los alumnos, es necesario adoptar estrategias que valoren competencias como la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. De acuerdo con este autor, estas habilidades son fundamentales para enfrentar los desafíos complejos del mundo contemporáneo, como las problemáticas ambientales, y deben ser tratadas como aspectos significativos en el proceso educativo.

En esta misma dirección, Clark et al. (2020) destacan la importancia de asegurar que la generación actual de estudiantes adquiera competencias clave, entre ellas las habilidades creativas, las cuales son esenciales para el desarrollo de soluciones sostenibles e innovadoras a los problemas ambientales. La creatividad, en este sentido, representa un punto de partida sólido para un futuro apenas imaginado (Kaufman, 2018).

En la actualidad, el concepto de creatividad ya no se restringe solo a la creatividad humana. Las formas y manifestaciones de la creatividad artificial también han sido cada vez más objeto de discusión en las agendas académicas y científicas en todo el mundo. Según Vinchon et al. (2023), el potencial para la emergencia creativa a través de un proceso dinámico puede ser reconocido en cuatro dimensiones: material, biológica, sociocultural y artificial.

En general, la creatividad ha sido definida como la habilidad de desarrollar un nuevo producto, idea o solución de problemas (Hennessey y Amabile, 2010; Wang et al., 2024) o de reelaborar/perfeccionar productos o ideas existentes (Alencar y Fleith, 2009), ofreciendo valor y significado para el individuo y/o la sociedad. Además, desde los primeros estudios científicos, este constructo ha estado vinculado al menos a dos componentes principales: originalidad y utilidad (Patston et al., 2021), los cuales deben actuar conjuntamente para que el producto o la idea sea considerado/a creativo/a (Runco y Jaeger, 2012).

Según Runco (2020), solo la originalidad y la utilidad son vitales y realmente necesarias para la comprensión de la creatividad. Sin embargo, según el autor, las nomenclaturas de estas características pueden variar. La originalidad puede ser etiquetada como novedad y la utilidad como eficacia o pertinencia. Pero, independientemente de la terminología, originalidad y utilidad son vitales para toda creatividad, aplicándose a todos los dominios y categorías de investigación en creatividad.

La creatividad humana ha sido asociada a la inteligencia, talento, genialidad, inspiración y hasta al misticismo (Lubart, 2007; Weiner, 2000). Fue a partir de la segunda mitad del siglo XX, después del discurso de Guilford (1950) durante la presidencia de la *American Psychological Association* (APA), cuando la creatividad comenzó a ser investigada de forma científica. Este discurso incentivó a los psicólogos a realizar un análisis del individuo creativo, con el fin de investigar los atributos personales y su relación con la creatividad. En este sentido, influenciado por Guilford, Torrance (1966) fue uno de los pioneros en la investigación en esta área y, a lo largo de sus estudios, produjo una batería de pruebas con el propósito de investigar aspectos cognitivos de la

creatividad como la fluidez, la flexibilidad, la originalidad y la elaboración (Neves-Pereira y Fleith, 2020; Runco y Albert, 2010).

La creatividad artificial, por su parte, ha sido comprendida de manera diversa a lo largo de los últimos años, incluyendo diferentes perspectivas y enfoques como: (a) campo, que estudia la creatividad humana al desarrollar sistemas computacionales que, por sí mismos, también pueden ser considerados creativos; (b) prácticas creativas humanas realizadas en conjunto con agentes artificiales; (c) subcampo de la creatividad computacional, concentrándose en la automatización de tareas creativas por máquinas; (d) máquinas creativas que desempeñan un papel significativo en la creación de nuevos enfoques con resultados creativos (Reddy, 2022); y (e) producción de ideas, soluciones de problemas u otras salidas innovadoras, generadas por IA de máquinas autónomas (Amabile, 2020).

De forma que el *Manifiesto para una Colaboración entre Creatividad Artificial y Creatividad Humana* (Vinchon et al., 2023) señala diversos escenarios de colaboración entre ser humano y máquina, siendo cuatro los propuestos y discutidos: *Co-Cre-AI-tion*, *Organic*, *Plagiarism 3.0* y *Shut down*. Cada uno de ellos ilustra diferentes futuros posibles basados en la colaboración entre humanos y máquinas. El escenario *Co-Cre-AI-tion* es considerado por los autores el escenario futuro ideal. En él, los autores vislumbran un esfuerzo colaborativo real que involucra de forma más o menos igualitaria a seres humanos y a IA generativas, con el debido reconocimiento de las contribuciones de cada parte.

En el escenario *Organic* la creación es hecha por seres humanos para seres humanos. Lo que los autores llaman creatividad antigua, que, en el futuro, podría llegar a ser una marca de valor atribuida a las obras que no utilizan la IA para ser generadas. En el escenario *Plagiarism 3.0*, las personas utilizarán la IA, buscando mayor productividad y creatividad, pero no citarán las fuentes de manera adecuada. Por último, en el escenario *Shut down*, las personas se sentirán cada vez más desmotivadas, creyendo que no son capaces de crear al mismo nivel que una IA. De esta forma, optarán por *tercerizar* la creación de contenido a las IA (Vinchon et al., 2023).

No obstante, los autores destacan que la novedad del trabajo producido por sistemas de IA tiende a ser limitada. Aunque estos sistemas son eficaces para realizar actividades específicas, como la construcción de textos basados en directrices preestablecidas por seres humanos, su capacidad para abordar trabajos creativos más avanzados puede verse comprometida. Además, aunque las bases de datos utilizadas por estos sistemas son vastas, están estructuradas de manera convencional, lo que limita su innovación (Romo-Pérez et al., 2023; Vinchon et al., 2023).

Además, la creatividad humana está relacionada con dimensiones inalcanzables por la IA, como lo emocional (Romo-Pérez et al., 2023), afectivo, las creencias individuales (Kotz y Sobrinho, 2024), los propósitos de vida (Moran, 2020) y los aspectos relacionales (Glăveanu, 2014). Asimismo, es esencial que, en general, se identifique la personalización de la experiencia educativa y se fortalezca con las nuevas aplicaciones de la IA (Miranda-Ruiz et al., 2024), así como que se utilice la metacognición, como competencia relevante para interactuar con los sistemas de la IA (Valencia et al., 2024).

Más allá de las discusiones sobre los posibles límites de la IA en relación con el pensamiento humano, así como sobre los estándares morales y éticos asociados con el uso de estos *softwares*, que han sido ampliamente debatidos a nivel internacional, el presente trabajo se centra en comparar la creatividad humana y la creatividad artificial ante la resolución creativa de problemas ambientales. Por tanto, nuestro objetivo es

analizar y comparar las respuestas que ofrecen estudiantes y *chatbots* ante un mismo problema ambiental.

## 2. MÉTODO

Este trabajo adopta una metodología de tipo exploratoria y forma parte de una investigación que fue sometida al Comité de Ética en Investigación del Instituto de Ciencias Humanas y Sociales de la Universidad de Brasilia – UnB, aprobada el 26-04-2023, con registro CAAE 67360223.8.0000.5540.

### 2.1. Contexto y participantes

La investigación se llevó a cabo con estudiantes de Educación Primaria en el *Parque Ecológico de Augas Claras*, Distrito Federal, Brasil. Este parque recibe estudiantes de la red pública de enseñanza para la realización de clases de Educación Ambiental desarrolladas por el *Programa Parque Educador*. Además de las clases de Educación Ambiental, los estudiantes participaron en un Programa de Estímulo de la Creatividad, compuesto por nueve sesiones de una hora cada una, con el objetivo de desarrollar el pensamiento creativo de estos estudiantes en cuanto a las habilidades de fluidez, flexibilidad y originalidad en la resolución de problemas ambientales.

Participaron en el estudio 29 estudiantes de 4º de Educación Primaria de una escuela pública del Distrito Federal (Brasil), que formaban parte del proyecto de educación ambiental titulado *Programa Parque Educador* y del Programa de Estímulo de la Creatividad. Han participado un 62,1 % de chicas con una edad media de 9,62 años (DT = ,494).

El estudio también incluyó la participación del modelo de lenguaje Chat GPT, desarrollado por OpenAI e impulsado por una forma de IA basada en la arquitectura de redes neuronales *Generative Pre-trained Transformer* (GPT). La consulta al *chatbot* se realizó en una sola ocasión, es decir, con un único estímulo, y en portugués, para garantizar la consistencia de las respuestas, respecto a la muestra de estudiantes.

### 2.2. Instrumentos

El instrumento utilizado se denominó Escenario para la Resolución Creativa de Problemas Ambientales. Incluye cuestiones sociodemográficas (solo para los estudiantes) y presenta un problema ambiental relacionado con la producción, consumo y disposición final de residuos, el cual forma parte de una de las actividades del Programa de Estímulo a la Creatividad, compuesto por nueve sesiones, como se ha comentado anteriormente.

La pregunta que compone el instrumento es: “Juan adora hacer senderismo con sus padres los fines de semana. A lo largo del camino es común encontrar varios tipos de plantas, animales e insectos. Pero Juan está un poco molesto. Uno de sus senderos favoritos fue descubierto por otros grupos que no tienen la misma preocupación por la naturaleza que él y su familia. El sendero ahora está lleno de basura esparcida, envoltorios de caramelos, chocolate, botellas de agua y vasos desechables. ¿Qué ideas tienes para resolver este problema? ¡Cuantas más ideas, mejor!”

Asimismo, se elaboró el Cuestionario para la Identificación de Respuestas Creativas para el juicio de expertos. Su fin es valorar la originalidad de las respuestas dadas tanto por los estudiantes como por la IA. Este instrumento incluyó las ideas de los estudiantes, clasificadas como originales por la Base de Datos de Respuestas Creativas, así como las 10 ideas generadas por la IA. Las respuestas de los estudiantes con un contenido similar fueron agrupadas, resultando, al final, en un total de 37 ítems para ser evaluados, mediante una escala de cuatro puntos (1 = nada hasta 4 = mucho).

### 2.3. Procedimiento

El estudio ha seguido varias fases.

En una primera fase, se les presentó a los estudiantes el instrumento con la situación problema indicada anteriormente, relacionada con el medio ambiente, y se les solicitó que registraran por escrito sus ideas para resolver el problema propuesto. Los estudiantes respondieron individualmente a la pregunta en un formulario impreso, sin limitación de tiempo para dar las respuestas.

En la segunda fase, se recogieron las respuestas de los estudiantes y de la IA. Estas respuestas se almacenaron en una base de datos (Base de Datos de Respuestas Creativas). Se procedió a la corrección de las mismas, atendiendo a las tres dimensiones de la creatividad contempladas en este estudio (fluidez, flexibilidad y originalidad).

En la tercera fase, para evaluar la originalidad de las respuestas dadas tanto por los estudiantes como por la IA, se aplicó el Cuestionario para la Identificación de Respuestas Creativas a los expertos. Todos ellos eran doctores y profesores a tiempo completo en una universidad pública española, y no se les indicó que se habían incluido respuestas de ambos agentes del estudio (estudiantes y Chat GPT). Cabe destacar la interculturalidad de los participantes en esta fase del estudio, ya que los estudiantes de Educación Primaria son brasileños, mientras que los expertos son españoles.

Y finalmente, se realizaron los análisis de datos cualitativos y cuantitativos (a través del programa estadístico SPSS versión 26 para Windows) pertinentes, y la conclusión de los mismos.

### 2.4. Análisis de los datos

Los datos fueron sometidos a procedimientos de análisis cualitativos y cuantitativos. El análisis cualitativo de las ideas generadas por los participantes se llevó a cabo mediante el Análisis de Contenido de Bardin, que abarca cuatro fases principales: (a) pre-análisis, (b) codificación, (c) categorización y (d) inferencia (Bardin, 2016). El análisis cuantitativo se realizó utilizando el *software* SPSS, versión 26, empleando análisis descriptivos y de diferencia de medias.

Se analizaron las dimensiones de fluidez, flexibilidad y originalidad, ampliamente asociadas con el pensamiento creativo en la literatura (Hokanson, 2006; Reiter-Palmon y Forthmann, 2019). En cuanto a la dimensión de fluidez, la puntuación global se determinó por el total de ideas válidas de los participantes, consideradas apropiadas para resolver el problema ambiental (número total de respuestas). Respecto a la característica de flexibilidad, la puntuación se refiere a la cantidad de categorías generadas a partir de la agrupación de respuestas según características comunes (número total de categorías). La originalidad se identificó mediante el uso de la Base de Datos de Respuestas Creativas

para las respuestas de los estudiantes y el análisis realizado por los jueces externos mediante la prueba estadística U de Mann-Whitney, con el fin de identificar si las respuestas más originales son las proporcionadas por los estudiantes o por la IA.

### 3. RESULTADOS

La Tabla 1 proporciona una visión general de las respuestas resumidas ofrecidas por los participantes del estudio, el número de ocurrencias de respuestas válidas para cada una de las categorías, el porcentaje correspondiente dentro de su propio grupo de participantes y el porcentaje en relación con la Base de Datos de Respuestas Creativas. En la última columna, el total no es del 100% porque hay categorías en la base de datos que no fueron contempladas por ninguno de los dos grupos.

Categoría (Flexibilidad)	Grupo	Ejemplos de respuestas	Número de respuestas (Fluidez)	Originalidad en cuanto % en relación con su respectivo grupo	Originalidad en cuanto % en relación con la Base de Datos de Respuestas Creativa
<b>RESPUESTAS NO ORIGINALES</b>					
<b>(Frecuencia de aparición superior al 5% en relación con la Base de Datos de Respuestas Creativa)</b>					
Control de residuos y estética ambiental (medio convencional)	Estudiantes	Tirar la basura a los contenedores; Recoger la basura.	23	15,65%	41,16 %
	ChatGPT		0	0%	
Inversión en recursos para la recogida de basuras (medios convencionales)	Estudiantes	Poner más contenedores.	25	17,1%	9,43%
	ChatGPT	Poner contenedores en puntos estratégicos.	1	10%	
Conciencia ambiental (medio convencional)	Estudiantes	Hacer una reunión con la gente y hablar sobre la basura; Poner un letrero de prohibido la basura.	19	12,93%	9,03%
	ChatGPT	Implementar programas de Educación Ambiental; Colocar letreros con información sobre la importancia de preservar el medio ambiente.	4	40%	
Preservación/conservación del medio ambiente (medios convencionales)	Estudiantes	Tener cuidado con las plantas; Proteger el suelo y el medio ambiente.	13	8,84%	8,83 %
	ChatGPT		0	0%	
<b>RESPUESTAS ORIGINALES</b>					
<b>(Frecuencia de aparición igual o inferior al 5% en relación con la Base de Datos de Respuestas Creativa)</b>					
Inversión en recursos para la recolección de basuras y residuos (medios tecnológicos)	Estudiantes	Robot que recoge basura; Dron que succiona basura.	18	12,25%	5,02%
	ChatGPT		0	0%	
Prácticas de reciclaje (medios convencionales)	Estudiantes	Reciclar la basura.	3	2,04%	4,41%
	ChatGPT		0	0%	
Reducción de la producción y consumo de productos que generalmente son basura (medios convencionales)	Estudiantes	Lleva una botella de agua para usarla todo el día;	1	,68%	3,81%
	ChatGPT				
Acciones comunitarias (medios convencionales)	Estudiantes	Llamar muchas personas para limpiar juntas.	7	4,76%	3,61%
	ChatGPT	Organice eventos de limpieza, invitando a voluntarios locales.	1	10%	
Aumento de la seguridad pública (medios convencionales)	Estudiantes	Contar con guardias de seguridad para las personas que arrojan basura.	7	4,76%	2,81%
	ChatGPT	Establezca equipos de monitoreo o patrullas ambientales para inspeccionar.	1	10%	
Castigo físico/material (medios convencionales)	Estudiantes	Aplicar multas.	8	5,44%	2,20%
	ChatGPT		0	0%	

Prácticas para acelerar el proceso de eliminación de basura/residuos del medio ambiente (medios tecnológicos)	Estudiantes	Láser en la basura; Bacterias que crean flores y descomponen la basura.	7	4,76%	2%
	ChatGPT		0	0%	
Aumento de la seguridad pública (medio tecnológico)	Estudiantes	Cámaras de seguridad; Alarma en el piso para quienes tiran la basura.	7	4,76%	2%
	ChatGPT		0	0%	
Presión legislativa (medios convencionales)	Estudiantes	Prohibir el ingreso de grupos; Notificar al presidente.	5	3,4%	1,80%
	ChatGPT	Considerar medidas, como limitar el acceso al sendero.	1	10%	
Concienciación medioambiental de terceros (medios tecnológicos)	Estudiantes	Colocar carteles que, si la persona lo ignora, le diga automáticamente que tire la basura a el contenedor.	1	,68%	,40%
	ChatGPT		0	0%	
Castigo físico/material (medios tecnológicos)	Estudiantes	Aspiradores para echar del parque a la gente que tiran basura.	2	1,36%	,40%
	ChatGPT		0	0%	
Recompensa material (medios convencionales)	Estudiantes	Quien recoja más basura gana dinero.	1	,68%	,40%
	ChatGPT	Crear programas de incentivos, como descuentos o regalos, para quienes adopten prácticas sostenibles.	1	10%	
Vínculos y asociaciones con asociación medioambiental (medios convencionales)	Estudiantes		0	0%	,20
	ChatGPT	Establecer asociaciones con empresas locales para proporcionar recursos para la limpieza del sendero.	1	10%	
Total			157	200%	97,51%

**Tabla 1.** Respuestas de los participantes

Para analizar la fluidez, se consideraron las respuestas válidas proporcionadas tanto por los estudiantes como por la IA. Según los datos analizados, tanto los estudiantes como el Chat GPT presentan ideas para contribuir a la resolución de problemas ambientales, específicamente aquellos relacionados con los residuos sólidos. Los 29 estudiantes generaron un total de 147 ideas para la resolución del problema ( $M=5,17$ ;  $DT=2,89$ ), mientras que el Chat GPT generó 10 ideas. Todas las respuestas fueron analizadas y categorizadas siguiendo el protocolo de análisis de contenido de Bardin (2016).

Para analizar la flexibilidad, se agruparon las respuestas válidas de los estudiantes en función de si eran tecnológicas o no tecnológicas. A partir de esta doble agrupación, se establecieron las categorías. Las respuestas convencionales (no tecnológicas) se refieren a métodos comúnmente utilizados por la población, como, por ejemplo, utilizar una escoba para limpiar. Las respuestas tecnológicas incluyen productos, servicios o ideas que, en general, aún no están ampliamente disponibles para el público, como drones o robots. Esta distinción se realizó debido a que muchos estudiantes emplearon tecnologías para describir sus propuestas para resolver el problema ambiental planteado.

Se identificaron 17 categorías basadas en los estudios de Corral-Verdugo (2001) y Pinheiro y Pinheiro (2007) sobre comportamientos proambientales y cuidados ambientales, respectivamente. En el presente estudio, algunas de las categorías propuestas por los autores fueron modificadas en su nomenclatura para adaptarse mejor al contexto específico. Y no se encontraron en los datos del presente estudio las categorías “Disminución de los residuos”, “Ahorro de energía eléctrica”, “Reducción del uso de transporte privado”, “Ahorro de agua” e “Investigación en ecología”.

En contraste, surgieron cinco nuevas categorías, relacionadas con cuidados ambientales que no estaban presentes en los estudios citados anteriormente, concretamente: (a) Inversión en recursos adicionales para el control de basura/residuos

(medios convencional y tecnológico), (b) Aumento de la seguridad pública (medios convencional y tecnológico), (c) Castigos físicos/materiales (medios convencional y tecnológico), (d) Recompensas materiales (medio convencional) y (e) Acciones comunitarias (medio convencional). Por lo que, tal como se detalla en la Tabla 1, las respuestas de los estudiantes se distribuyeron en 16 de estas 17 categorías, mientras que las respuestas del Chat GPT se agruparon en 7 categorías. Por tanto, los estudiantes mostraron más flexibilidad en sus respuestas que la IA.

Para analizar la originalidad de las respuestas, se utilizó una base de datos más amplia, denominada Base de Datos de Respuestas Creativas, que contenía 498 respuestas. Estas incluían las respuestas de los 29 estudiantes que participaron en este estudio, así como las respuestas de 106 estudiantes con características similares (en cuanto a curso y contexto sociodemográfico) que participaron en el programa de educación ambiental (*Programa Parque Educador*), pero no en el Programa de Estímulo de la Creatividad, y las respuestas generadas por la IA.

Para este análisis, se seleccionó una submuestra compuesta por las 147 respuestas válidas proporcionadas por los 29 estudiantes que participaron en el Programa de Estímulo de la Creatividad, junto con las 10 respuestas generadas por la IA. Los criterios para considerar la originalidad de las respuestas se basaron en su frecuencia de aparición, siendo consideradas originales aquellas con una frecuencia igual o inferior al 5%, según Reiter-Palmon y Forthmann (2019).

De manera que los participantes de este estudio dieron 67 respuestas (45,57%) consideradas originales, según los criterios recogidos anteriormente. Un aspecto destacado de las respuestas de los estudiantes es que fueron las únicas que se ajustaron a categorías en las que el medio era tecnológico. Muchas de ellas, por ejemplo, hicieron referencia a la ayuda de robots para resolver el problema. Entre las respuestas menos frecuentes y más originales de los estudiantes se encuentran las siguientes: (a) Colocar carteles que indiquen que, si una persona ignora el mensaje, debe tirar la basura en el contenedor correspondiente; (b) Aspiradores diseñados para desalojar a las personas que tiran basura en el parque; (c) Un robot que devuelve la basura a la persona; y (d) Ofrecer dinero a quien recoja más basura, con la condición de que el premio se repita cada mes si se evita tirar basura.

Por otro lado, ninguna de las respuestas de la IA incluyó el uso de alguna tecnología para la resolución del problema, pero las soluciones que planteó fueron pertinentes y actualizadas, buscando resolver el problema de manera práctica y funcional. El modelo de lenguaje presentó un total de 10 ideas, de las cuales 5 (50%) fueron consideradas originales por la Base de Datos construida. La categoría “Vínculos y asociaciones con asociaciones ambientales”, por ejemplo, no obtenía ninguna respuesta de los estudiantes, pero sí una de Chat GPT. Las respuestas más creativas de la IA fueron: (a) Incentivos para prácticas sostenibles: crear programas de incentivos, como descuentos o regalos, para quienes adopten prácticas sostenibles, como recoger la basura que se encuentre en el camino; y (b) Asociaciones con empresas locales: establecer asociaciones con empresas locales para proporcionar apoyo financiero o recursos para el mantenimiento y la limpieza del sendero.

Finalmente, atendiendo a este criterio de originalidad de las respuestas comparando aquellas dadas por los estudiantes que han participado en el Programa de Estimulación de la Creatividad (quinta columna, Tabla 1), con respecto a sus compañeros que no han participado en el mismo (sexta columna, Tabla 1), observamos que las respuestas más

originales de los participantes del Programa de Estimulación de la Creatividad están en las categorías: “Reducción de la producción y consumo de productos que generalmente son basura”, “Concienciación medioambiental de terceros” y “Recompensa material”. Mientras que las de los estudiantes que no han participado en dicho programa se agrupan en las siguientes categorías: “Concienciación medioambiental de terceros” y “Recompensa material”, las cuales coinciden con las del grupo anteriormente comentado. Y otras como: “Vínculos y asociaciones con asociaciones medioambientales” y “Castigo físico/material”, donde el grupo que participó en el Programa de Estimulación de la Creatividad o no dan respuestas en estas categorías o no son tan originales.

La Tabla 2 muestra la comparación de las puntuaciones de estudiantes y Chat GPT en las tres dimensiones de la creatividad analizadas: Fluidez, Flexibilidad y Originalidad. En ella se observa que, a nivel descriptivo, si atendemos a las puntuaciones medias de los estudiantes, estos obtienen puntuaciones más bajas en estas tres dimensiones que Chat GPT.

Dimensiones	Estudiantes				Chat GPT
	Min.	Máx.	Media	DT	Número de respuestas
Fluidez	1	15	5,17	2,89	10
Flexibilidad	1	8	3,79	1,43	7
Originalidad	0	8	1,72	1,72	5

**Tabla 2.** Puntuaciones comparativas de los participantes

Para profundizar en la originalidad de las respuestas dadas por los estudiantes y por Chat GPT, se pasó a una segunda fase del estudio la cual tenía por objetivo analizar la originalidad, utilidad y el realismo de las mismas. Para ello, se mezclaron las respuestas dadas por ambos participantes (estudiantes y Chat GPT) en la investigación y se enviaron a cuatro jueces externos expertos en el área de ciencias sociales y educación sostenible. El acuerdo interjueces se valoró mediante el estadístico chi-cuadrado, obteniendo que hay un gran acuerdo entre los mismos.

De manera que, si analizamos los ítems a nivel de frecuencias, hay algunos de ellos como el ítem 7 que fue considerado por los cuatro jueces como muy innovador y útil, pero nada realista (“Drones de limpieza que recolectan y succionan basura para limpiar áreas contaminadas y mejoran la gestión de residuos y la salud ambiental”), respuesta planteada por los estudiantes. Así, el ítem 9 fue la respuesta dada por los estudiantes que todos los jueces consideraron como muy útil y realista (“Imponer multas a quienes arrojen basura, o sea, la implementación de sanciones económicas para las personas que arrojen basura en lugares públicos”), mientras que de la IA todos los jueces apuntaron cuatro de los ítems como muy útiles y realistas, uno de ellos es el ítem 35 “Realizar limpiezas periódicas: organizando eventos de limpieza de la comunidad, invitando a voluntarios locales a ayudar a retirar la basura del sendero de forma regular”.

Y destacar que los cuatro jueces consideraron como innovadores, útiles y realistas: el ítem 29 “Robot que devuelve la basura a la persona que la arrojó”, planteado por los estudiantes, y el ítem 31 “Educación ambiental: implementar programas de educación ambiental en escuelas locales y grupos comunitarios para enseñar sobre la importancia de la conservación de la naturaleza y el impacto de los desechos en los ecosistemas”, apuntado por la IA.

Finalmente, para analizar el conjunto de respuestas dadas por las dos muestras consideradas en este estudio (estudiantes e IA) en función de los tres criterios de contenido contemplados, cabe destacar que a nivel descriptivo los expertos consideran que las respuestas de los estudiantes son más innovadoras, pero las respuestas dadas por la IA son más útiles y realistas. Hallando en este último caso diferencias estadísticamente significativas mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney (ver Tabla 3).

		Rango promedio	U de Mann-Whitney	Z	Sig. Exacta
Innovador	Estudiante	5,25	5,00	-,877	,486
	Chat Gpt	3,75			
Útil	Estudiante	2,50	16,00	2,352	,029
	Chat Gpt	6,50			
Realista	Estudiante	2,50	16,00	2,337	,029
	Chat Gpt	6,50			

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos y análisis de diferencia de medias en función de los tres criterios de análisis de contenido

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Nuestra propuesta para este trabajo fue comparar la creatividad humana y la creatividad artificial en relación con los problemas globales. A partir del análisis y discusión de los datos, podemos inferir que es factible integrar la creatividad humana y artificial en la educación ambiental para abordar y solucionar de manera creativa los problemas ambientales.

Este trabajo busca contribuir al cumplimiento de los ODS y analizar las posibilidades de utilizar la IA para fomentar y potenciar el logro de estos objetivos, especialmente en la resolución de problemas ambientales. Un problema se define como una tarea que un individuo intenta resolver (Lubart, 2007), una oportunidad o desafío susceptible de solución (Treffinger, 2021). La identificación de un problema requiere, en primer lugar, reconocer su existencia mediante la detección de fallos o la identificación de inconsistencias e imperfecciones, ya sean materiales o inmateriales (Lubart, 2007).

La resolución de problemas es un producto específico desarrollado por las personas al planificar y realizar actividades generadoras y enfocadas, con el fin de obtener claridad, producir ideas y prepararse para la acción ante una situación (Selby et al., 2004). La resolución de problemas ambientales requiere, además de la disposición e interés del individuo en solucionar el problema, una comprensión sistémica de las interacciones entre los sistemas naturales y sociales (Virapongse et al., 2016).

En este sentido, hemos obtenido en este estudio que hay diferentes formas de afrontar la resolución de problemas ambientales, por los estudiantes y por la IA. Mientras que los estudiantes destacan en gran medida el uso de recursos tecnológicos para la resolución de estos problemas, la IA los aborda atendiendo a recursos que están presentes en la actualidad y que permiten resolver el problema de una forma práctica e inmediata. Por ello, hay que contemplar que, para una resolución creativa del problema, se requiere también del desarrollo de dos habilidades específicas: el pensamiento crítico y el creativo (Birgili, 2015), ya que sólo las ideas válidas y adecuadas han sido valoradas en este trabajo.

Así, los resultados sugieren que, aunque la creatividad humana y la IA pueden operar en dominios distintos, cada una contribuye de manera significativa a la resolución de problemas, en nuestro caso, ambientales. Las respuestas innovadoras de los estudiantes reflejan un potencial para la generación de ideas divergentes y transformadoras, mientras que las respuestas de la IA proporcionan un enfoque más estructurado y práctico para la implementación de soluciones. Este contraste subraya la importancia de integrar tanto el pensamiento creativo humano como las capacidades analíticas de la IA para abordar de manera efectiva los desafíos ambientales, así como las posibilidades de una alianza entre estas dos formas de creatividad (humana y artificial) con la Educación Ambiental para la resolución creativa de problemas ambientales.

Asimismo, es fundamental abordar experiencias educativo-creativas y globales con los estudiantes en las que se tengan en cuenta la metacognición temprana de los mismos respecto a los cambios positivos en los estilos de vida, en relación con el medio ambiente y la transformación, resolución y mejora de los problemas ambientales, puesto que es uno de los retos pedagógicos a los que se enfrenta la sociedad actual. Al respecto, Sukma et al. (2020) señalan que el método más eficaz para lograr este objetivo es implementar la Educación Ambiental en los diferentes niveles de enseñanza, de manera estructurada y dirigida, con el fin de proporcionar conciencia, comprensión y compromiso por parte de los estudiantes respecto a los problemas ambientales actuales y futuros.

Marouli (2021) sostiene que la Educación Ambiental tiene como objetivo un cambio social e individual en beneficio de una relación más armoniosa y duradera de las sociedades humanas con la naturaleza. No obstante, la conjunción de los aspectos anteriormente mencionados ha de darse también teniendo en cuenta la optimización del desarrollo creativo de los estudiantes, por tanto, como ponen de manifiesto Rodrigues y Chagas-Ferreira (2024), la Educación Ambiental ha de abordar una amplia gama de aspectos para fomentar tanto el desarrollo de habilidades creativas como la capacidad de enfrentar las rápidas transformaciones de la sociedad contemporánea, contribuyendo así de manera efectiva, a la resolución de problemas ambientales.

Se destaca de este estudio la valoración de las respuestas realizada a través del juicio de expertos en esta área de conocimiento, tal como apuntan autores clásicos en el estudio de la creatividad como Amabile (1996) y Csikszentmihalyi (1996). En este sentido, atendiendo al análisis realizado por los expertos, las ideas propuestas por los estudiantes destacaron por su innovación, mientras que las respuestas proporcionadas por la IA fueron consideradas más útiles y realistas, presentando, por tanto, soluciones más viables. De modo que la IA presentó soluciones que pueden ser aplicadas de manera más efectiva en contextos reales.

La capacidad de la IA para proporcionar respuestas que cumplen con los requisitos factibles refuerza la percepción de su utilidad en la resolución de problemas concretos, aunque esta utilidad se basa en datos y patrones preexistentes, en lugar de la creación genuinamente nueva que caracteriza la creatividad humana. Es decir, la IA puede recombinar y reordenar ideas, pero sola aún no puede generar los tipos de ideas revolucionarias que el mundo necesita para resolver los graves problemas que enfrenta, como el cambio climático global o la contaminación terrestre (Sternberg, 2024).

En la misma dirección, Romo-Pérez et al. (2023) apuntan que la IA, lejos de ser una amenaza, en realidad podría contribuir a que el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas humanos alcancen una nueva dimensión. Tareas más objetivas como redactar, calcular o estructurar serán probablemente realizadas por la IA, permitiendo así

que la capacidad cognitiva humana sea redirigida hacia otras tareas relacionadas con el pensamiento divergente, es decir, la creatividad y la innovación.

La combinación de la capacidad creativa y emocional humana con el análisis objetivo y la eficiencia de la IA puede dar lugar a soluciones innovadoras, realistas y útiles. Integrar ambos enfoques no solo promete un futuro más colaborativo, sino también más sostenible, como propone el escenario *Co-Cre-AI-tion* de Vinchon et al. (2023). Este modelo sugiere que, con el debido reconocimiento de las contribuciones de cada parte, se pueden desarrollar estrategias más efectivas y adaptativas para enfrentar los desafíos globales complejos.

Entre las limitaciones de este estudio destaca la utilización de una muestra local de estudiantes para la resolución de problemas ambientales, así como la utilización de un solo programa de IA para analizar la solución que este plantea. Por ello, como líneas futuras de este trabajo, se subraya la importancia de realizar estudios que analicen la interrelación entre la creatividad humana, la creatividad artificial y la educación ambiental, con el fin de actuar de manera cada vez más efectiva en favor de un futuro más sostenible, armonioso, respetuoso, colaborativo y ecológico. Además, resulta fundamental analizar y comparar las respuestas generadas por diferentes modelos de lenguaje artificial y aplicar múltiples estímulos al mismo modelo, con el fin de enriquecer el análisis y explorar la diversidad de las respuestas obtenidas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alencar, E. y Fleith, D. (2009). *Criatividade: Múltiplas perspectivas* (3ª ed.). Editora UnB.
- Amabile, T.M. (1996). *Creativity in context: Update to the social psychology of creativity*. Westview Press.
- Amabile, T. (2020). Creativity, artificial intelligence, and a world of surprises. *Academy of Management Discoveries*, 6(3), 351-354. <https://doi.org/10.5465/amd.2019.0075>
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Birgili, B. (2015). Creative and critical thinking skills in problem-based learning environments. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 2(2), 71-80. <https://doi.org/10.18200/JGEDC.2015214253>
- Campos Cancino, G. (2024). ¿Cómo es el profesorado creativo? Un estudio descriptivo desde la voz del alumnado. *Revista de Investigación en Educación*, 22(2), 179-195. <https://doi.org/10.35869/reined.v22i2.5377>
- Clark, R.M., Stabryla, L.M. y Gilbertson, L.M. (2020). Sustainability coursework: Student perspectives and reflections on design thinking. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(3), 593-611. <http://dx.doi.org/10.1108/IJSHE-09-2019-0275>
- Corral, V. (2001). *Comportamiento proambiental: Una introducción al estudio de las conductas protectoras del ambiente*. Resma.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discover and invention*. HarperCollins.
- Glăveanu, V.P. (2014). *Distributed creativity: Thinking outside the box of the creative individual*. Springer.
- Guilford, J.P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444-454.
- Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030 (2023). *VII Relatório luz da sociedade civil da agenda 2030 de desenvolvimento sustentável Brasil*. [https://brasilnaagenda2030.files.wordpress.com/2023/10/rl\\_2023\\_webcompleto-v9.pdf](https://brasilnaagenda2030.files.wordpress.com/2023/10/rl_2023_webcompleto-v9.pdf)
- Hennessey, B. y Amabile, T. (2010). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 61, 569-598. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100416>

- Hokanson, B. (2006). Creativity in the design curriculum. *Journal of Visual Literacy*, 26(1), 41-52. <https://doi.org/10.1080/23796529.2006.11674631>
- Kaufman, J. (2018). Creativity as a stepping stone toward a brighter future. *Journal of Intelligence*, 6(2), Article 21. <https://doi.org/10.3390/jintelligence6020021>
- Kimura, Y. (2024). How can we prepare learners to realize an equitable society?: From the perspective of the sustainable development goals (SDGs) and education for sustainable development (ESD). *Educational Studies in Japan: International Yearbook*, 18(1), 55-67. <https://doi.org/10.7571/esjkyoiku.18.55>
- Kotz, S. y Sobrinho, A. (2024). Analysis of Creativity Based on Individual Beliefs: A Study with Architects Pursuing Teaching Careers. En A. Valqueresma, L.D. Paula, y T.K. Rodney (Eds.). *Creativity and Learning: Navigating Transformative Perspectives for Complex and Contemporary Environments* (pp. 165-185). Springer Nature.
- Lubart, T. (2007). *Psicologia da criatividade* (M. Moraes, Trad.). Artmed.
- Marouli, C. (2021). Sustainability education for the future? Challenges and implications for education and pedagogy in the 21st century. *Sustainability*, 13(5), 2-15. <https://doi.org/10.3390/su13052901>
- Miranda Ruiz, P.J., Quintana Serrano, K.N., Mamarandi Zambrano, K.A. y Yupa Rodríguez, S.E. (2024). Inteligencia artificial: Un potencial para la creatividad pedagógica. *RECIAMUC*, 8(1), 265-277. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.\(1\).ene.2024.265-277](https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(1).ene.2024.265-277)
- Moran, S. (2020). Life purpose in youth: Turning potential into a lifelong pursuit of prosocial contribution. *Journal for the Education of the Gifted*, 43(1), 38-60. <https://doi.org/10.1177/0162353219897844>
- Neves-Pereira, M. y Fleith, D. (2020). *Teorias da criatividade*. Alínea.
- Patston, T., Kaufman, J., Cropley, A. y Marrone, R. (2021). What is creativity in education? A qualitative study of international curricula. *Journal of Advanced Academics*, 32(2), 207-230. <https://doi.org/10.1177/1932202X20978356>
- Pinheiro, J.Q. y Pinheiro, T.F. (2007). Cuidado ambiental: Ponte entre psicologia e educação ambiental? *Psico*, 38(1), 5-34. <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/view/1921>
- Pitanga, R. (2019). A educação ambiental crítica como fundamentação teórica da pedagogia 4Cs: Críticidade, cientificidade, colaboração e criatividade. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 36(3), 102-118. <https://doi.org/10.14295/remea.v36i3.9335>
- Reddy, A. (2022). Artificial everyday creativity: Creative leaps with AI through critical making. *Digital Creativity*, 33(4), 295-313. <https://doi.org/10.1080/14626268.2022.2138452>
- Reiter-Palmon, R. y Forthmann, B. (2019). Scoring divergent thinking tests: A review and systematic framework. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 13(2), 144-152. <http://dx.doi.org/10.1037/aca0000227>
- Rodrigues, M. y Chagas-Ferreira, J. (2024). Por uma cultura criativamente ecológica. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 41(1), 360-380. <https://doi.org/10.14295/remea.v41i1.15272>
- Romo-Pérez, V., García-Soidán, J., Özdemir, A. y Leirós-Rodríguez, R. (2023). ChatGPT ha llegado: ¿Y ahora qué hacemos? La creatividad, nuestro último refugio. *Revista de Investigación en Educación*, 21(3), 320-334. <https://doi.org/10.35869/reined.v21i3.4973>
- Runco, M. (2020). Creativity complex. En S. Pritzker y M. Runco (Eds.) *Encyclopedia of creativity* (pp. 258-262). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.23807-8>
- Runco, M. y Albert, R. (2010). Creativity research: A historical view. En J. Kaufman y R. Sternberg (Eds.). *The Cambridge handbook of creativity* (pp. 3-20). Cambridge University Press.
- Runco, M. y Jaeger, G. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Selby, E., Treffinger, D., Isaksen, S. y Lauer, K. (2004). Defining and assessing problem-solving style: Design and development of a new tool. *The Journal of Creative Behavior*, 38(4), 221-243. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2004.tb01242.x>
- Sternberg, R. (2024). Do not worry that generative AI may compromise human creativity or intelligence in the future: It already has. *Journal of Intelligence*, 12(7), Article 69. <https://doi.org/10.3390/jintelligence12070069>

- Sukma, E., Ramadhan, S. y Indriyani, V. (2020). Integration of environmental education in elementary schools. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1), Article 012136. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012136>
- Torrance, E.P. (1966). *Torrance tests of creative thinking: Figural and verbal forms*. Personal Press.
- Treffinger, D. (2021). *Practice problems for creative problem solving* (3<sup>a</sup> ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003237211>
- United Nations (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. <https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- Valencia, G.E., Barragán, R. del L., Ledesma, S.C. y Moraima, P. (2024). Impacto de la inteligencia artificial generativa en la creatividad de los estudiantes universitarios. *Technology Rain Journal*, 3(1), e33. <https://doi.org/10.55204/trj.v3i1.e33>
- Vinchon, F., Lubart, T., Bartolotta, S., Gironnay, V., Botella, M., Bourgeois-Bougrine, S. y Gaggioli, A. (2023). Artificial intelligence & creativity: A manifesto for collaboration. *Journal of Creative Behavior*, 57(4), 472-484. <https://doi.org/10.1002/jocb.597>
- Virapongse, A., Brooks, S., Metcalf, E., Zedalis, M., Gosz, J., Kliskey, A. y Alessa, L. (2016). A social-ecological systems approach for environmental management. *Journal of Environmental Management*, 178(1), 83-91. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.02.028>
- Wang, X., Chen, Q., Zhuang, K., Zhang, J., Cortes, R., Holzman, D. y Qiu, J. (2024). Semantic associative abilities and executive control functions predict novelty and appropriateness of idea generation. *Communications Biology*, 7(1), Article 703. <https://doi.org/10.1038/s42003-024-06405-0>
- Weiner, R. (2000). *Creativity and beyond: Culture, values, and change*. State University of New York Press.
- Zhou, X., Zhang, F., Shan, L. y Lin, C. (2023). Research on the current situation and problems of ecological civilization education for contemporary college students: An empirical analysis based on structural equation modeling. *Sustainability*, 15(22), Article 16051. <https://doi.org/10.3390/su152216051>