

[Cierre de edición el 30 de agosto del 2024]

<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Creatividad percibida en problemas *insight* por alumnado de secundaria: Efectos de algunas variables del problema y del sujeto resolutor

Perceived creativity in insight problems by secondary school students: Effects of problem and solver's variables

Criatividade percebida em problemas de insight por estudantes do ensino secundário: Efeitos de algumas variáveis do problema e do solucionador

Hanane Yousfi

Universitat de València

 <https://ror.org/043nxc105>

Valencia, España

yousfi@alumni.uv.es

 <https://orcid.org/0009-0000-9167-6097>

Vicente Sanjosé

Universitat de València

 <https://ror.org/043nxc105>

Grupo de investigación CDC

Valencia, España

vicente.sanjose@uv.es

 <https://orcid.org/0000-0003-3806-1717>

Carlos Bernardo Gómez-Ferragud

Universitat de València

 <https://ror.org/043nxc105>

Grupo de investigación CDC

Valencia, España

carlos.b.gomez@uv.es

 <https://orcid.org/0000-0002-6742-644X>

Joan Josep Solaz-Portolés

Universitat de València

 <https://ror.org/043nxc105>

Grupo de investigación CDC

Valencia, España

joan.solaz@uv.es

 <https://orcid.org/0000-0003-4690-6556>



Recibido • Received • Recebido: 03 / 06 / 2023
Corregido • Revised • Revisado: 28 / 08 / 2024
Aceptado • Accepted • Aprovado: 30 / 08 / 2024



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Resumen:

Objetivo: El estudio analiza la percepción de estudiantes de secundaria sobre la creatividad en problemas de *insight*. **Metodología.** Se realizó un estudio empírico con un total de 127 estudiantes de España de 8.º (2º ESO) y 11.º grado (1.º Bachillerato) participaron en el estudio y evaluaron la creatividad implicada en los problemas antes y después de intentar resolverlos. Dichas evaluaciones se relacionaron con el curso, género, superficie y aspectos estructurales de los problemas. Se consideraron superficies o contextos de la vida diaria y de ciencia. Los aspectos estructurales de los problemas se asociaron con la estrategia específica necesaria para resolverlos, *chunk decomposition*, y *constrain relaxation*, la ayuda del enunciado para iniciar el procedimiento de resolución, y la posibilidad de controlar metacognitivamente la calidad de la solución elaborada. Se confeccionaron cuadernillos individuales con enunciados contrabalanceados para evaluar la creatividad percibida y para resolver los problemas. **Resultados.** Contrariamente a lo esperado, el alumnado es capaz de representar mentalmente aspectos estructurales de los problemas durante su lectura, y antes de resolverlos. La superficie de los problemas no afectó significativamente la percepción de creatividad inicial. Tras resolver los problemas, los cambios promedio en la creatividad percibida fueron de pequeña magnitud. **Conclusiones.** Los resultados alientan al profesorado a utilizar problemas *insight* para promocionar la creatividad en las aulas de secundaria.

Palabras claves: Alumnado de educación secundaria; problemas *insight*; pensamiento creativo; solución de problemas.

ODS: Educación de calidad; habilidades académicas.

Abstract:

Objective: The study analyzes secondary school students' perceptions of creativity in insight problems. **Methodology.** An empirical study was conducted with a total of 127 Spanish students from 8th grade and 11th grade. The students evaluated the creativity involved in the problems before and after attempting to solve them. These evaluations were related to grade, gender, surface, and structural aspects of the problems. Everyday life and science contexts were considered as problem surfaces. The structural aspects of the problems were associated with the specific strategy needed to solve them, such as chunk decomposition and constraint relaxation, the assistance provided by the problem statement to initiate the resolution process, and the possibility of metacognitive control over the quality of the solution. Individual booklets with counterbalanced statements were prepared to assess perceived creativity and to solve the problems. **Results.** Contrary to expectations, students were able to mentally represent the structural aspects of the problems during reading, and before solving them. The problem surface did not significantly affect the initial perception of creativity. After solving the problems, the average changes in perceived creativity were small. **Conclusions.** The results encourage teachers to use insight problems to promote creativity in secondary school classrooms.

Keywords: Secondary school students; insight problems; creative thinking; problem solving.

SDG: Quality education; academic skills.

Resumo:

Objetivo: O estudo analisa a percepção de estudantes do ensino médio sobre a criatividade em problemas de *insight*. **Metodologia.** Foi realizado um estudo empírico com um total de 127 estudantes espanhóis do 8º ano (2º ESO) e 11º ano (1º Bacharelato). Os estudantes avaliaram a criatividade envolvida nos problemas antes e depois de tentar resolvê-los. Essas avaliações foram relacionadas com o ano, gênero, superfície e aspectos estruturais dos problemas. Foram consideradas superfícies ou contextos da vida cotidiana e da ciência. Os aspectos estruturais dos problemas



foram associados à estratégia específica necessária para resolvê-los, como, chunk decomposition, y constrain relaxation, a ajuda da formulação do problema para iniciar o procedimento de resolução, e a possibilidade de controle metacognitivo sobre a qualidade da solução elaborada. Foram elaborados cadernos individuais com enunciados contrabalanceados para avaliar a criatividade percebida e para resolver os problemas. **Resultados.** Ao contrário do esperado, os estudantes conseguiram representar mentalmente os aspectos estruturais dos problemas durante a leitura, antes de resolvê-los. A superfície dos problemas não afetou significativamente a percepção inicial de criatividade. Após resolver os problemas, as mudanças médias na criatividade percebida foram de pequena magnitude. **Conclusões.** Os resultados incentivam os professores a utilizar problemas de insight para promover a criatividade nas salas de aula do ensino médio.

Palavras-chave: Alunos do ensino médio; problemas de insight; pensamento criativo; resolução de problemas.

ODS: Educação de qualidade; habilidades acadêmicas.

Introducción

En los últimos tiempos, la creatividad ha pasado de ser considerada como un atributo de la genialidad de determinados individuos de la historia de la humanidad, a una habilidad que puede ser desarrollada en muchas personas durante su educación (Patston et al., 2021). Aun admitiendo la importancia de educar la creatividad, no es fácil definir qué es una *actividad escolar creativa*, porque el concepto de creatividad es subjetivo y escapa a la evaluación típica del mundo educativo. Sin embargo, se están realizando esfuerzos por determinarlo mediante tareas concretas (Newton & Newton, 2010). En educación matemática la creatividad se asocia con la capacidad de resolver problemas novedosos (Khalid et al., 2020). En un trabajo de revisión bibliográfica, Leikin & Sriraman (2022) muestran que la mayoría de las investigaciones sobre creatividad en educación matemática implican la resolución de problemas de algún modo. El uso de problemas abiertos y creativos (en oposición a cerrados o determinados, y reproductivos) durante la instrucción matemática ha mostrado mejorar el desarrollo cognitivo y el rendimiento académico del alumnado (Widya et al., 2020).

El objeto último del presente trabajo fue conocer si el uso de problemas creativos de tipo *insight* en las aulas de educación secundaria podría estimular el pensamiento creativo en el alumnado. Dado que el pensamiento creativo está asociado a características deseables en las personas, como la capacidad emprendedora y la disposición a usar el pensamiento divergente ante nuevas situaciones (Olivos et al., 2013), enfrentar problemas *insight* podría ayudar a la educación de la ciudadanía.

Problemas *insight* y creatividad

Una clase de problemas abiertos y creativos en donde la persona que resuelve debe cuidar mucho la representación mental que elabora, es el de los problemas *insight* (Gilhooly & Webb, 2018). Un problema *insight*, es aquel en el que la información del enunciado resulta aparentemente incoherente con la demanda del problema, hasta que el resolutor, de un modo



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

repentino y sin que pueda ser capaz de capturar sus propios procesos mentales, descubre la solución en un momento que ha sido denominado *momento ahá* en la biliografía y que está fuertemente asociado con el fenómeno que la Gestalt denominó *insight* (Ohlsson, 2011).

La importancia de elaborar una buena representación mental de una situación problemática para poder resolverla con éxito ha sido probada repetidamente. Se ha encontrado que factores como la calidad, originalidad y elegancia de las representaciones mentales de los sujetos resolutores, condicionan el éxito en la solución de problemas creativos (Mumford et al., 2012). La representación mental condiciona el tipo de conocimiento previo y los análogos que se activan, así como las estrategias de resolución que se van a intentar usar. Por ejemplo, Ibrahim & Rebello (2013) encontraron que el estudiantado con mayor éxito en resolución de problemas fue aquel capaz de elaborar buenos modelos mentales, más allá de las simples imágenes mezcladas con ecuaciones y de representaciones proposicionales basadas en matemáticas y en texto.

Precisamente, la creatividad asociada con resolver un problema *insight* procede del hecho de que su enunciado invita a construir una representación inicial convencional, que sigue la percepción inmediata, el conocimiento previo y la experiencia, pero que no es funcional y el resolutor fracasa. La persona que resuelve entra entonces en un periodo de *impass* en el que no puede avanzar hasta que surge el momento ahá y la representación inicial es sustituida por otra representación mental construida, aparentemente, en contra de la percepción inmediata, la tradición, la costumbre o el sentido común.

El proceso de rechazo de la representación mental inicial, y de construcción de otra nueva poco habitual implica, según Knoblich et al. (1999), dos estrategias principales: la eliminación de limitaciones y restricciones autoimpuestas por la costumbre, o '*constrain relaxation*', y la reconsideración de elementos constitutivos de ciertas entidades del problema (desestructuración, distribución, reestructuración de objetos o eventos) de un modo distinto al habitual, o '*chunk decomposition*'. Es la necesidad de aplicar una o ambas estrategias lo que convierte la resolución de problemas *insight* en una tarea creativa, y difícil.

Se han investigado los diferentes factores que pueden afectar el éxito en la resolución de problemas *insight*, como las diferencias individuales basadas en distintos estilos cognitivos (Martinsen & Furnham, 2019), las diferencias entre personas expertas y novatas (Haavold & Sriraman, 2022), instruir específicamente en resolución de problemas creativos (Khalid et al., 2020), o proporcionar determinadas ayudas o 'pistas' para guiar al sujeto resolutor (Pétervári & Danek, 2020).

Sin embargo, no hay muchos estudios sobre la percepción de creatividad en los problemas *insight* del alumnado no universitario, y de qué factores depende esa percepción. Concebir la creatividad inherente a una tarea podría predisponer al alumnado a elaborar representaciones mentales más apropiadas, a abandonar ideas y procedimientos predeterminados y a buscar

otros alternativos; es decir, podría estimular el pensamiento divergente (Kroesbergen & Schoevers, 2017). Desde el punto de vista del profesorado, sería conveniente disponer de tareas en las que se ha probado que el alumnado percibe su creatividad inherente y, por tanto, pueden estimular su pensamiento divergente.

Las concepciones sobre creatividad en contextos académicos se han estudiado en docentes en ejercicio y en estudiantado universitario (profesorado en formación inicial). Por ejemplo, Diakidoy & Kanari (1999) y Liu & Lin (2014) encontraron que la creatividad se asociaba con la obtención de productos novedosos, el aprendizaje reflexivo, crítico y divergente, la curiosidad, la imaginación y la constancia. Sin embargo, y hasta donde llega nuestro conocimiento en el contexto español y latinoamericano, no hay estudios que exploren las percepciones del alumnado no universitario sobre la creatividad implicada en ciertas tareas, como es el caso de la resolución de problemas *insight*.

Preguntas de investigación, hipótesis y estudio desarrollado

Los problemas *insight* no se usan habitualmente en la educación formal, aunque muchos de ellos pueden vincularse a contenidos escolares, como geometría, tratamiento numérico, probabilidad, e incluso ciencia (Dow & Mayer, 2004). Este es el caso de la educación formal española, la cual solo recientemente ha contemplado la importancia de desarrollar la creatividad en la ciudadanía (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022). Algo similar ocurre en gran parte de Latinoamérica.

En el presente estudio, las preguntas iniciales de investigación asociadas con el objeto del estudio, antes explicitado, fueron:

¿Percibe el alumnado de educación secundaria creatividad inherente a los problemas *insight*? ¿Cambia esta percepción según el éxito obtenido en su resolución? ¿Con qué elementos característicos de los problemas se relaciona la creatividad percibida por ese alumnado antes y después de intentar resolverlos? ¿Cuál es la influencia del curso (la madurez intelectual) en dichas percepciones y en el éxito en la resolución? ¿Hay alguna influencia del género del alumnado sobre ello?

Para tratar de comenzar a responder esas preguntas, se desarrolló un estudio exploratorio de carácter empírico y sincrónico para recoger las percepciones del alumnado de educación secundaria sobre creatividad implicada en resolución de problemas. Se emplearon problemas *insight* porque son reconocidos como creativos, y porque no requieren conocimientos disciplinares que podrían estar accesibles solo en ciertos cursos. Se pidió al alumnado participante evaluar subjetivamente la creatividad de problemas *insight* al leer los enunciados, antes de intentar su resolución, y también tras ella. Se compararon las percepciones de dificultad y creatividad antes y después de intentar resolver los problemas, considerando la calidad de las resoluciones y variables asociadas con las personas, con los problemas y con su interacción.



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Las personas expertas consideran la superficie (características o propiedades concretas de objetos y eventos de la situación, no relevantes para la resolución) y la estructura (características abstractas, independientes del mundo ordinario, cuya combinación lógica apropiada conduce a la solución) como los factores clave constitutivos de un problema, que lo caracterizan y que influyen en la activación de conocimiento previo y de análogos para su resolución (Gómez-Ferragud et al., 2013). En el presente estudio, se consideró la posibilidad de que una superficie o contexto de la ciencia crease una recepción de menor creatividad implicada en los problemas, con independencia de su estructura. Como se dijo antes, un problema *insight* tiene como característica, precisamente, que cuando se lee el enunciado se elabora una representación mental inicial en la que la estructura es percibida de un modo inadecuado. El estudiantado percibe la ciencia en las aulas como un conjunto de conocimientos elaborados, cerrados y ciertos que se tienen que aprender sin discusión y que dejan poco margen de creatividad (Christidou, 2011). ¿Hasta qué punto una superficie o contexto de la ciencia hace que un problema *insight* se perciba menos creativo que otro con igual estructura (es decir, isomorfo), pero con una superficie de la vida diaria?

Nuestra primera hipótesis fue la siguiente:

H1: Los problemas con superficie de la ciencia se percibirán como menos creativos que sus isomorfos (misma estructura) con superficie de la vida diaria.

En el estudio de Dow & Mayer (2004) se usaron muchos problemas *insight* y se pidió a alumnado universitario que los agrupara en distintos conjuntos según su propio criterio. Los tres experimentos desarrollados por ese estudio sugieren que la resolución de problemas *insight* está dirigida por procesos mentales específicos del dominio de que se trate, y no generales. Los grupos participantes diferenciaron problemas cuya resolución requería procedimientos geométricos (espaciales), de otros que requerían procedimientos numéricos (matemáticos), y de otros verbales que requerían reinterpretación del significado de palabras. Más aún, el éxito en la resolución fue influenciado por el tipo de instrucción previa recibida, que facilitaba la resolución de cierto tipo de problemas (espaciales, matemáticos o verbales) pero no de otros. El alumnado, participante, mostró capacidad para distinguir ciertas propiedades no superficiales en su representación mental de los problemas *insight*, incluso sin resolverlos, aunque en el estudio no se factorizó la superficie de los problemas. Sin embargo, un problema *insight* se caracteriza, precisamente, por la incapacidad de crear desde el comienzo una representación mental adecuada para resolverlo (Kershaw & Ohlsson, 2004), es decir, de percibir la estructura correcta del problema. En el caso de personas resolutoras no expertas, como el alumnado de secundaria, puede esperarse que aparezcan grandes dificultades para percibir e incluir elementos estructurales de los problemas *insight* en su representación mental anterior a la resolución. Por tanto, ¿hasta qué punto el alumnado de secundaria asocia elementos estructurales de un problema *insight* con la creatividad percibida antes de su resolución?

La hipótesis formulada a partir de esto fue:

H2: Antes de resolver un problema *insight*, la percepción sobre su creatividad por estudiantes de secundaria no se asociará con su estructura.

Mumford et al. (1996) afirmaron que las personas pueden ser creativas en resolución de problemas cuando imponen una estructura a una situación problemática abierta (*ill-defined situation*). Según esos mismos autores, la imposición de estructura implica identificar la naturaleza del problema (por ejemplo, su tipología o campo de conocimiento en el que encaja), el tipo de meta a la que hay que llegar o el tipo de producto que demanda (un estado, un proceso, una configuración, una palabra, una cantidad, etc.), o los procedimientos que deben ser usados para intentar darle solución (qué acciones pueden realizarse para comenzar a resolver). Esta imposición de estructura se realiza a partir de conocimiento anterior y ello podría crear la sensación de que el problema era, en realidad, menos novedoso y creativo de lo que se pensaba al comienzo. Por ello, la tercera hipótesis formulada al respecto fue:

H3: La creatividad percibida en un problema tras su resolución cambiará respecto de la percepción inicial en función de lo fácil o difícil que resulte resolverlo y, por tanto, se asociará con elementos estructurales y no con los superficiales.

Finalmente, es lógico esperar que una mayor maduración intelectual de quien resuelve, especialmente en las edades de educación secundaria, donde se producen cambios importantes en las personas en poco tiempo, cambie la percepción de creatividad de los problemas, especialmente antes de abordar su resolución. Se ha probado que el rendimiento del estudiantado español de educación secundaria en la resolución de problemas parece mejorar significativamente con el nivel académico (Alabau Gonzalvo et al., 2020). En cambio, el género no parece producir diferencias significativas en el rendimiento (Lindberg et al., 2010).

Por tanto, la última hipótesis formulada fue:

H4: El curso del alumnado, pero no su género, influirá en la percepción de creatividad de los problemas y en el éxito en su resolución.

Métodos

Como se ha dicho, el estudio empírico desarrollado tuvo carácter exploratorio y sincrónico, que tomó alumnado de distintos cursos en un mismo momento del tiempo, y empleó técnicas cuantitativas de análisis.



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Participantes

Un total de 127 estudiantes (48% hombres, 43% mujeres, 9% no-binario o no declarado), 50 de 11° grado (1° de Bachillerato) y 77 de 8° grado (2° de ESO), participaron en este segundo estudio. Todo el estudiantado pertenecía a grupos intactos de dos centros educativos de la provincia de Valencia, uno público y otro concertado laico. Sus características no permiten diferenciarlo de cualquier otra muestra normofuncional de estudiantes de esas edades y cursos. En los centros, se tomaron cursos completos, con todos los itinerarios académicos posibles actuales (Bachiller) o futuros (2°ESO), de modo que este factor quedase balanceado.

Materiales para la toma de datos

Se seleccionaron 4 problemas de entre los utilizados tradicionalmente en los estudios especializados. Se excluyeron problemas de tipología 'verbal', es decir, aquellos cuya solución procede de una atribución diferente de significados a palabras o frases. Los problemas seleccionados fueron de tres tipologías: construcciones de geometría plana, estrategia espacial o numéricos.

Se procuró también que los problemas seleccionados no implicasen conocimientos de la ciencia, de modo que todo el alumnado tuviera similar conocimiento para poder abordarlos, con independencia de su itinerario académico presente o futuro. Una tercera condición fue que los problemas exigieran diferentes estrategias de resolución, de entre las típicas de problemas *insight*. Así, se procuró que algunos problemas tuvieran necesidad de '*chunk decomposition*' (ChD en adelante), y otros tuvieran la necesidad de '*constrain relaxation*' (CR en adelante) para resolverlos, o de ambas. Estas estrategias fueron asumidas como representativa de la estructura de los problemas *insight*, ya que ambas implican relaciones entre distintas unidades de información del enunciado necesarias para llegar a la solución.

La última condición fue que se viera la posibilidad de crear versiones isomorfas de los problemas, con enunciados verosímiles de superficie o contexto de la vida diaria, y de la ciencia, para cada uno de ellos (para cada estructura). Por tanto, a partir de los 4 enunciados originales de los problemas, se elaboraron versiones con superficies o contextos de la ciencia o de la vida diaria, claramente diferenciados pero isomorfos dos a dos, que se recogen en el [Apéndice A: semiconductor – billar; gadolinio – árboles, transportador molecular – edades de hijas; tumor – incendio](#). Se procuró igualar en lo posible el número de palabras de los enunciados en ambas superficies.

Las características de cada uno de estos problemas se recogen en la [Tabla 1](#).

Tabla 1: Características de cada uno de los problemas empleados en este estudio.

	Semicond/Billar	Tumor/Incendio	Gadolinio/Árboles	Transportador/Edades
Tipo de problema (TP)	Geométrico-Plano	Espacial-Estratégico	Geométrico-Plano	Numérico
Tipo de estrategia necesaria				
Chunk decomposition (CHD)	Si (triángulo = hexágono + vértices)	Si (efecto fuente alta intensidad = suma varias de inten baja)	No	No (factorización no se considera <i>chunk decomposition</i>)
Constrain relaxation (CR)	No	Si (no solo una posición de fuente)	Si (rechazar: $4 \times 5 = 20$)	Si (rechazar: 3 incógnitas requieren 3 ecua numéricas)
Representación mental inicial				
¿Qué hay que elaborar? (TS)	Procedimiento	Procedimiento	Estado (fig. geométrica)	Estado (3 cantidades)
Procedimiento de resolución inicial previsible (PP)	Si. (Probar a mover bolas)	No.	Si. (Probar a cruzar líneas)	Parcial: Si inicial (factorizar 36). No final (valor de suma y discriminar)
Control metacognitivo de la solución				
Resolutor sabe si solución es la correcta (CM)	Sí	No	Sí	No

Nota: Elaboración propia.

Los ocho enunciados resultantes se repartieron al azar en cada grupo-clase, con independencia del itinerario académico actual del alumnado (1ºBac) o futuro (2ºESO), procurando contrabalancear la superficie para evitar posibles efectos no controlados.

Se elaboraron varios cuadernillos. El primero se destinó a la evaluación de creatividad percibida al leer un enunciado, antes de abordar su resolución. El segundo mostraba el mismo enunciado y pedía intentar resolver el problema con todo el detalle posible. El tercero volvía a solicitar la evaluación de dificultad y creatividad, tras el intento de resolución. Se repitió el proceso con un segundo problema, pero de la misma superficie que el primero para cada persona.

Variables

Se tomaron medidas de: 1) valoración de creatividad percibida antes de abordar la resolución de los problemas entre 1 y 10; 2) calidad en la resolución de los problemas entre 0 y 5; 3) valoración de creatividad tras intentar resolver los problemas. Los intentos de resolución se valoraron entre 0 (no hace nada o expresa que no es posible resolverlo) y 5 (resolución correcta y completa).



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Las variables y factores independientes considerados, con sus valores, fueron:

Variables de sujeto resolutor: curso (valor 1= 1º Bac; 0= 2º ESO), género (1= chicos; 2= chicas; 3= no-binario o no-declarado)

Variables de interacción entre el sujeto resolutor y el problema: Tipo de elaboración (TP) necesario (0= solo procedimiento; 1= estado y procedimiento); Procedimiento de resolución previsible (PP) al leer el enunciado (0= No; 1= solo en parte; 2= Si); Control metacognitivo facilitado (CM): el sujeto resolutor puede saber si la solución elaborada es completa y correcta (0= No; 1= Sí).

En la segunda parte del estudio, tras resolver los problemas, se consideró también la dificultad observada de los problemas (más fácil: Dif= 0; más difícil: Dif= 1) como una posible influencia sobre la valoración de creatividad percibida.

Procedimientos

El protocolo de contacto y permiso en los centros fue similar al del estudio 1.

La presentación del estudio y práctica con ejemplos similares tomó 10 minutos. En los 2-3 minutos siguientes se procedió a valorar la creatividad solo leyendo los enunciados de los problemas, sin resolverlos. Estas valoraciones se recogieron antes de repartir el segundo cuadernillo destinado a las resoluciones, para el que se dedicaron 15 min. En otros 2-3 minutos se obtuvieron las valoraciones de creatividad posteriores a la resolución. En el segundo problema el reparto de tiempos fue similar.

Para valorar la calidad de la resolución de cada uno de los problemas se elaboraron rúbricas cuyos criterios y normas de aplicación se validaron cuidadosamente. Finalmente, se establecieron criterios para categorizar la calidad de resolución en 6 niveles (entre 0 y 5), y su aplicación con subconjuntos de resoluciones alcanzó valores aceptables de *kappa* de Cohen (0,70-0,79) en los 4 problemas. A partir de entonces, una persona del equipo de investigación procedió a la valoración del resto de resoluciones.

El tratamiento de los datos se hizo con los programas Excel y SPSS.

Resultados

Creatividad percibida antes de resolver los problemas

Se obtuvo un total de 254 valoraciones de cada variable dependiente: creatividad percibida antes y después de la resolución, y calidad de resolución. La [Tabla 2](#) muestra las medias (M) y desviaciones típicas (DT) en la creatividad percibida antes de la resolución de los problemas, en función de superficie del problema (ciencia/ vida diaria), y el tipo de estrategia necesaria para su resolución (ChD, CR).

Tabla 2: Creatividad percibida antes de resolver los problemas, según estrategia implicada y superficie de los problemas

Chunk decomp	Constrain relaxation	Ciencia		Vida diaria		Total	
		M	DT	M	DT	M	DT
No	No	---	---	---	---	---	---
	Sí	6,6	2,2	6,8	2,2	6,7	2,2
	Total	6,6	2,2	6,8	2,2	6,7	2,2
Si	No	7,0	2,6	7,1	2,4	7,1	2,5
	Sí	7,8	2,3	7,7	1,8	7,7	2,1
	Total	7,4	2,5	7,4	2,2	7,4	2,3
Total	No	7,0	2,6	7,1	2,4	7,1	2,5
	Sí	7,0	2,3	7,1	2,1	7,1	2,2
	Total	7,0	2,4	7,1	2,2	7,1	2,3

Nota: Elaboración propia.

La **Tabla 3** muestra la distribución de la misma variable de acuerdo con el curso y el género del alumnado.

Tabla 3: Creatividad percibida antes de resolver los problemas, según curso y género del alumnado

Curso	Género	Media	DT
1º Bac	Chico	6,6	2,3
	Chica	6,6	2,2
	No Bin/Nc	7,5	2,1
	Total	6,6	2,2
2º ESO	Chico	7,5	2,3
	Chica	7,3	2,3
	No Bin/Nc	7,1	2,3
	Total	7,4	2,3
Total	Chico	7,2	2,3
	Chica	7,0	2,2
	No Bin/Nc	7,1	2,3
	Total	7,1	2,3

Nota: Elaboración propia.



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

La valoración de creatividad percibida antes de la resolución no se distribuyó normalmente (test Kolmogorov-Smirnov: $Z= 2,28; p < ,001$). Por tanto, se usaron test no paramétricos.

No hubo efecto de la superficie del problema en la percepción inicial de creatividad. Sin embargo, apareció una interacción Superficie X TP: ciencia y geométricos alcanzaron una valoración significativamente más baja que el resto ($M= 6,5; DT= 2,4; M=7,3; DT= 2,2; U= 4934,0; p= ,031$).

El factor ChD se mostró significativamente influyente sobre la percepción inicial de creatividad de los problemas (Mann-Whitney $U= 6388,5; p= ,004$). Los problemas con esta necesidad se valoraron más ($M=7,4; DT=2,3$) que los que no la tienen ($M=6,7; DT=2,2$). El factor CR no produjo efectos significativos.

El grado en que el enunciado permite anticipar qué hacer para comenzar a resolver (variable PP, ver [Tabla 1](#)) influyó significativamente en la percepción inicial de creatividad (PP= sí: $M=6,7; DT=2,3$; PP=parcialmente; $M=7,1; DT=2,4$; PP= no; $M=7,7; DT=2,0$; Kruskal-Wallis: $\chi^2= 10,09; p= ,06$). La variable curso produjo efectos significativos (1ºBac: $M=6,6; DT= 2,2$; 2ºESO: $M=7,4; DT= 2,3; U= 6041,5; p= ,003$). No se evidenciaron diferencias significativas debidas al género, con un promedio muy similar para los tres géneros considerados ($M=7,1; DT= 2,3$; Kruskal-Wallis; $\chi^2 < 1$).

Finalmente, se computó un ajuste de regresión ordinal (enlace Logit) para la valoración inicial de creatividad, con todas las variables consideradas posibles predictores dicotomizadas. Aunque el ajuste fue significativo ($\chi^2= 19,45; p= ,003$; $-2\log\text{-verosimilitud: } 354,49$), el conjunto de predictores e interacciones pudo explicar solamente de 7,5% de la varianza de la percepción de creatividad anterior a la resolución.

Calidad de las resoluciones

La puntuación en calidad de las resoluciones tuvo un rango entre 0 y 5 puntos. Los promedios y DT se recogen en la [Tabla 4](#) distribuidos según superficie y estrategia implicada en la estructura de los problemas.

Tabla 4: Calidad de las resoluciones según estrategia implicada y superficie de los problemas

Chunk decomp	Constrain relaxation	Ciencia		Vida diaria		Total	
		M	DT	M	DT	M	DT
No	No	--	--	---	---	---	---
	Sí	0,9	1,1	0,8	1,2	0,9	1,1
	Total	0,9	1,1	0,8	1,2	0,9	1,1
Si	No	2,6	2,2	2,7	2,4	2,6	2,3
	Sí	2,5	1,2	2,4	1,5	2,4	1,4
	Total	2,5	1,8	2,5	2,0	2,5	1,9
Total	No	2,6	2,2	2,6	2,4	2,6	2,3
	Sí	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4
	Total	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7	1,8

Nota: Elaboración propia.



La **Tabla 5** muestra la misma variable distribuida según curso y género del alumnado.

Tabla 5: Calidad de las resoluciones según curso y género

Curso	Género	Media	DT
1º Bac	Chico	2,4	1,8
	Chica	2,0	1,7
	No Bin/Nc	4,0	1,4
	Total	2,2	1,7
2º ESO	Chico	1,2	1,5
	Chica	1,8	2,0
	No Bin/Nc	1,1	1,5
	Total	1,4	1,7
Total	Chico	1,6	1,7
	Chica	1,9	1,8
	No Bin/Nc	1,4	1,7
	Total	1,7	1,8

Nota: Elaboración propia.

La puntuación en resolución (entre 0 y 5) no se vio influenciada por la superficie de los problemas (Mann-Whitney $U= 7694,5; p = ,52$). La necesidad de usar ‘*chunk decomposition*’ o no, sí influyó significativamente (ChD= No; $M= 0,9; DT= 1,1$; ChD= Sí: $M= 2,5; DT= 1,9; U= 3919,0; p < ,001$). También la necesidad de ‘*constrain relaxation*’ fue significativa (CR= No; $M= 2,6; DT= 2,3$; CR= Sí: $M= 1,4; DT= 1,4; U= 4442,0; p < ,001$).

El curso influyó significativamente ($U= 5297,5; p < ,001$) ya que el alumnado de 1º Bac ($M=2,2; DT= 1,7$) obtuvo puntuación significativamente mayor que el de 2º ESO ($M=1,4; DT=1,7$). El género no mostró una influencia significativa ($p > ,20$). La calidad de resolución no resultó correlacionada significativamente con la creatividad percibida inicialmente ($\rho = ,06; p < ,34$).

Los problemas formaron dos grupos en función de la dificultad observada en su resolución, que pareció depender de aspectos estructurales, y no de su superficie o contexto. En un grupo se incluyen problemas en los que el producto a elaborar es un estado y un procedimiento para alcanzarlo, y que resultaron muy difíciles en ambas versiones de superficie (promedios 0,7-1,0): *gadolinio-árboles; transportador-edades*; en el otro, problemas que resultaron con dificultad media (promedios 2,4-2,7) y cuyo producto es solamente un procedimiento para alcanzar un estado definido: *semiconductor-triángulo; tumor-incendio*.



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

En los siguientes análisis se consideraron dos niveles de dificultad observada: media (problemas menos difíciles) y alta (problemas muy difíciles).

Cambios en la creatividad percibida tras la resolución de los problemas

El cambio en la creatividad se computó del modo más simple:

$\Delta C = \text{Valoración posterior} - \text{Valoración previa de creatividad}$

El promedio de cambio antes-después en la creatividad percibida fue pequeño ($M = 0,12$; $DT = 1,5$), y el 77,7% de las valoraciones fueron de solo -1 , 0 , o $+1$ puntos. Un porcentaje muy notable de valoraciones (40,6%) no mostraron cambio tras resolver los problemas. El cambio antes-después en las valoraciones no fue significativo (Wilcoxon: $Z = -1,47$; $p = ,14$).

La superficie de los problemas no influyó por sí misma, pero la combinación superficie de la vida diaria y dificultad alta obtuvo un cambio en creatividad positivo ($M = 0,62$) significativamente mayor que el resto ($M = -0,03$; $U = 4653,5$; $p = ,014$). Cuando se consideraron únicamente cambios importantes en la creatividad (2 puntos o más), apareció una asociación significativa entre superficie y cambio positivo importante en la creatividad percibida. Superficie de la vida diaria y aumento importante de la creatividad percibida se asociaron significativamente ($\chi^2(1) = 4,13$; $p = ,042$ con corrección de continuidad).

Ni curso ni género afectaron al cambio antes-después de resolver en la creatividad percibida, ni tampoco lo hizo la calidad de las resoluciones (Spearman- $\rho = ,06$; $p = ,35$). El grado en que el enunciado permite saber cómo comenzar a resolver (variable PP) no influyó significativamente sobre la creatividad percibida tras resolver (PP= No: $\Delta C = -,31$; $DT = 1,4$; PP= Parcialmente; $\Delta C = ,17$; $DT = 1,3$; PP= Sí; $\Delta C = ,33$; $DT = 1,5$; Kruskal-Wallis; $\chi^2 = 7,12$; $p = ,028$).

También la variable metacognitiva CM (Sí: *semiconductor-billar* y *gadolinio-jardín*: $\Delta C = ,33$, $DT = 1,5$; No: $\Delta C = -0,09$; $DT = 1,3$) influyó significativamente sobre el cambio en la creatividad percibida ($U = 6927,5$; $p = ,043$).

Discusión

En el presente estudio, el alumnado de educación secundaria percibió, en promedio, los problemas *insight* utilizados como creativos. Sin embargo, diferenciaron entre los distintos enunciados otorgando una valoración moderada (*gadolinio-jardín*), media (*semiconductor-billar*, *transportador-edades*) o medio-alta (*tumor-incendio*).

El cambio de la creatividad percibida entre el estado inicial, previo a resolver, y el final, tras la resolución, fue pequeño. Es decir, la percepción inicial de creatividad de los problemas fue decisiva para su valoración final, sin una influencia significativa de la dificultad de los problemas, en las condiciones habituales de aula (con tiempo limitado). Por tanto, el análisis debe detenerse en la percepción inicial de creatividad, anterior a la resolución.

Percepción de creatividad antes de resolver los problemas

La superficie o contexto de los problemas, más (vida diaria) o menos familiares (ciencia) para el resolutor, no influyó, en general, sobre la creatividad percibida inicialmente, lo que sugiere que el alumnado es capaz de sobreponerse a elementos superficiales y rechazarlos como irrelevantes al elaborar una representación mental inicial del problema, contrariamente a lo encontrado en algunos estudios, en los que la superficie logró enmascarar elementos estructurales importantes de los problemas (Gómez-Ferragud et al., 2015). En el presente estudio, la representación mental, la creatividad percibida, no se asoció con esa información superficial.

Sin embargo, apareció una interacción entre la superficie y la tipología de problema: la combinación de problemas con superficie de ciencia y tipología geométrica, fueron percibidos como menos creativos que el resto. Parece importante notar que estos problemas son los que permiten mejor al resolutor o resolutora saber qué tipo de procedimiento usar para resolverlos (variable PP), que en el presente estudio fue mover bolas o cruzar líneas.

Esta última variable PP, el grado en que el enunciado permite conocer qué hacer para comenzar a resolver, influyó significativamente por sí sola en la percepción inicial de creatividad. Los problemas en los que se sabe qué hacer al leerlos son de tipo geométrico (*semiconductor/billar; gadolinio/jardín*), y el sujeto resolutor puede percibir con claridad que debe comenzar a probar soluciones cambiando bolas de lugar, o trazando líneas que se cruzan, respectivamente. Estos problemas obtuvieron una valoración más baja que el resto. En el caso de *transportador-edades*, el problema indica cómo comenzar: factorizando 36 en todas las posibles ternas de cantidades. Luego, la información del enunciado deja de ser numérica y quien lee puede tener la sensación de que no sabrá seguir. Este problema obtuvo una valoración intermedia. Finalmente, el problema *tumor-incendio* debe resolverse mediante la generación de una estrategia que no se sugiere en el enunciado. Este problema obtuvo la mayor valoración inicial de creatividad percibida.

Este resultado sugiere que el alumnado participante incluyó en su representación mental inicial de los problemas aspectos estructurales como el tipo de acciones necesarias para comenzar la resolución (Mumford et al., 1996). Ello, a su vez, indica la extracción de significado del enunciado y la activación de esquemas de resolución aprendidos anteriormente que, en el presente estudio, se asociaron con el concepto de creatividad percibida en un problema.

La necesidad (sí / no) de usar *chunk decomposition* (ChD) influyó en la percepción de creatividad inicial. O, dicho de otro modo, el alumnado participante pareció asociar de algún modo la creatividad de los problemas con la necesidad de descomposición-recomposición de *chunks*. *Tumor-incendio*, que requiere tanto de *chunk decomposition* como de *constrain relaxation* (CR), fue el problema con la mayor valoración en creatividad inicial. Sin embargo, *constrain relaxation*, como factor independiente, no causó diferencias significativas, lo que sugiere que a este tipo de alumnado le cuesta percibir conscientemente las restricciones espurias que se autoimponen en estos problemas.



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

En el presente estudio, ChD se asoció claramente con los problemas de tipo geométrico. Por tanto, su influencia sobre la percepción de creatividad inicial de los problemas no puede asegurarse sin estudios adicionales en los que ambas variables puedan factorizarse.

La madurez intelectual asociada con la edad y con el aprendizaje parecen influir en la percepción de creatividad de un problema. El alumnado de 1º Bachillerato percibió los mismos problemas menos creativos que el de 2º de ESO. Sin embargo, el género declarado por las personas participantes no pareció influir sobre la creatividad percibida inicialmente.

En conjunto, todas las variables consideradas pudieron explicar un porcentaje bajo de la varianza de la creatividad percibida antes de resolver (un 7,5%). Esto indica que otros factores importantes que generan dicha percepción quedaron fuera del estudio, como por ejemplo, el interés y motivación hacia la resolución de problemas, la percepción de la propia eficiencia (Royston & Reiter-Palmon, 2019), la capacidad de abstracción (Welling, 2007) o la capacidad para el pensamiento divergente (Kroesbergen & Schoevers, 2017).

Calidad de las resoluciones

Los problemas *transportador-edades* y *gadolinio-jardín* resultaron extremadamente difíciles para el alumnado de secundaria con el tiempo disponible (condiciones de aula en una sesión de clase ordinaria), y *tumor-incendio* y *semiconductor-billar* resultaron accesibles, aunque solo alcanzaron promedios de valor intermedio.

El nivel de éxito en las resoluciones fue muy bajo en general con este alumnado de educación secundaria (en términos porcentuales, entre 15-50% del éxito completo), y más bajo de lo encontrado en otros estudios con estudiantado universitario cuando no hay instrucción previa (50% en Dow & Mayer, 2004). El nivel bajo de éxito era esperable, pues solo a partir de 2022 se recoge en la ley educativa española la necesidad de promover la creatividad en la ciudadanía en los niveles no universitarios (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022).

La puntuación en las resoluciones fue independiente de la percepción inicial de creatividad y también de la superficie de los problemas, aunque pareció depender de la estrategia implicada en su resolución. El análisis pormenorizado de las resoluciones se explicará en un estudio aparte.

Cambio en la percepción de creatividad tras intentar resolver los problemas

El cambio de valoración de la creatividad percibida tras el intento de resolver los problemas fue pequeño, como se ha dicho, pero algunas variables influyeron sobre su magnitud. Curso y género del alumnado no influyeron en dicho cambio.

Los problemas geométricos, con puntuación más baja que el resto al comienzo, aumentaron su valoración, mientras en el resto apenas cambió. Esto podría indicar que el control metacognitivo de la calidad de la solución construida (variable CM) influye también sobre la creatividad percibida en un problema, aunque se requieren estudios posteriores para contrastarlo. Riba & Auque (2003) encontraron diferencias significativas en la percepción metacognitiva dificultad de un problema *insight* entre grupos de adolescentes que mostraron diferencias significativas en el éxito en su resolución.

La mayor o menor familiaridad con la superficie del problema tuvo efecto significativo en el cambio de valoración de creatividad, pero solo cuando se consideran cambios de magnitud notable (2 puntos o más). Los problemas de superficie de la vida diaria se asociaron significativamente con un aumento notable en la percepción de creatividad, mientras que esto no sucedió en los de superficie de la ciencia (cambios de baja magnitud o cambios negativos). Por alguna razón que habría que investigar, los problemas que proponen situaciones de la ciencia son percibidos al inicio como igual de creativos que los de la vida diaria, y esa percepción tiende a no modificarse substancialmente cuando se aborda su resolución, sea ésta exitosa o no. Sin embargo, los de la vida diaria sí tienden a aumentar su creatividad percibida tras la resolución, especialmente cuando los problemas resultan difíciles de resolver. Es decir, el alumnado que se enfrentó a problemas de la vida diaria pareció modificar su representación mental inicial de los problemas (Knoblich et al., 1999), mientras que ello no se evidenció en el alumnado que se enfrentó a problemas con situaciones de la ciencia (pero que no eran problemas científicos en realidad). Quizás la percepción habitual de la ciencia como un conjunto de verdades inmutables e incuestionable (Christidou, 2011) influya en estos resultados observados, alertando de la necesidad de prestar más atención a los contenidos epistemológicos en la alfabetización científica de la ciudadanía (Lederman et al., 2013).

La necesidad de usar o no *chunk decomposition* en la resolución del problema, interaccionó con su superficie. La combinación superficie=vida diaria y *chunk decom*= No (enunciado *Gadolinio*), produjo un cambio promedio en creatividad percibida significativamente más grande que el resto de combinaciones. Nada puede afirmarse todavía a partir de esta interacción ya que afectó a un solo problema en este estudio de reducidas dimensiones. Sin embargo, sugiere el diseño de un experimento futuro para contrastar el efecto esta combinación específica sobre la creatividad percibida.

Finalmente, el grado en que el enunciado permite saber cómo comenzar a resolver (variable PP) influyó significativamente sobre la creatividad inicial, pero no sobre la creatividad final percibida tras resolver. Esto es coherente con un cambio de representación mental de los problemas durante su resolución (Gilhooly & Webb, 2018), que en este caso afectaron al concepto de creatividad asociada con un problema.



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Conclusiones

En conjunto, los problemas *insight* parecen tareas prometedoras para estimular el pensamiento creativo en el alumnado de educación secundaria con independencia de su superficie, de su estructura, del curso y del género. Son percibidos como *creativos* en general y, por tanto, pueden estimular características ciudadanas deseables en la actualidad, como el emprendedurismo y la capacidad para enfrentar tareas complejas que activen el pensamiento divergente.

Los datos obtenidos en el presente estudio, dentro de su limitado alcance, permiten comenzar a contrastar las hipótesis formuladas.

H1: Los problemas con superficie de la ciencia se percibirán como menos creativos que sus isomorfos con superficie de la vida diaria.

Esta hipótesis ha quedado parcialmente refutada por la evidencia empírica aportada en el estudio. La superficie de los problemas no causó diferencias en la percepción inicial de creatividad, pero sí en el cambio de dicha percepción tras resolver los problemas, cuando se consideran únicamente cambios de magnitud notable. Las situaciones problemáticas de la vida diaria parecen más asequibles a la consideración de creativas que las de la ciencia, quizás por la generalizada concepción de ciencia como conjunto inmutable de saberes indiscutibles.

H2: Antes de resolver un problema *insight*, la percepción sobre su creatividad por estudiantes de secundaria no se asociará con su estructura.

Los datos recogidos permiten refutar esta hipótesis. Contrariamente a lo esperado, el alumnado de educación secundaria es capaz de filtrar elementos irrelevantes de un problema cuando lo leen, y comenzar a elaborar mentalmente una representación del problema *insight* que recoge elementos estructurales, y que se asocian con la valoración de creatividad.

H3: La creatividad percibida en un problema tras su resolución cambiará respecto de la percepción inicial en función de lo fácil o difícil que resulte resolverlo y, por tanto, se asociará con elementos estructurales y no con los superficiales.

Esta última hipótesis no resultó apoyada claramente por los datos. El alumnado participante fue capaz de separar la valoración de creatividad de un problema y la dificultad en su resolución. Sin embargo, la posibilidad de controlar metacognitivamente la calidad de la solución elaborada, sí influyó en el cambio de creatividad. Esta posibilidad se asoció en este estudio con problemas de tipo geométrico, por lo que es posible que ciertos aspectos estructurales de los problemas tengan influencia sobre dicho cambio. Con los datos disponibles, esta conjetura no puede contrastarse y se requieren estudios adicionales para ello.

Finalmente:

H4: El curso del alumnado, pero no su género, influirá en la percepción de creatividad de los problemas y en el éxito en su resolución.

Esta hipótesis se ha visto apoyada por los datos recogidos. El alumnado más maduro valoró los mismos problemas como menos creativos al comienzo, y también tras resolverlos. Además, tuvo mayor éxito en su resolución. Esto podría ser debido a la mayor exposición a situaciones problemáticas complejas e incluso a experiencia previa con problemas *insight* o *puzzles* mentales. No se encontraron argumentos para predecir la influencia del género de quien resuelve y, en efecto, no se recogieron evidencias de diferencias debidas a él en este estudio.

Limitaciones

En el presente estudio, las limitaciones principales se refieren a la escasa cantidad de problemas *insight* utilizados, y a la falta de factorización de algunos de sus elementos estructurales constituyentes, lo que impide la generalización de resultados y las conclusiones definitivas. Además, no se realizó muestreo aleatorio y, por tanto, los resultados obtenidos no pueden generalizarse.

Contribuciones

Las personas autoras declaran que han contribuido en los siguientes roles: **H. Y.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos, recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **V. S.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos, recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **C. G. F.** contribuyó con la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos, recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **J. J. S. P.** contribuyó con la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos, recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación.

Declaración de financiamiento

Este estudio forma parte del Proyecto PID2021-124333NB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa.

Datos y material complementario

Este artículo tiene disponible material complementario:

Preprint en <https://doi.org/10.5281/zenodo.10838464>



<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Referencias

- Alabau Gonzalvo, J., Solaz-Portoles, J. J., & Sanjosé López, V. (2020) Relación entre creencias sobre resolución de problemas, creencias epistemológicas, nivel académico, sexo y desempeño en resolución de problemas: Un estudio en educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1), 1-17. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1102
- Christidou, V. (2011). Interest, attitudes and images related to science: Combining students' voices with the voices of school science, teachers, and popular science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(2), 141-159. http://www.ijese.net/makale_indir/IJESE_1437_article_582c0cb630608.pdf
- Diakidoy, I.-A. & Kanari, E. (1999). Student teachers' beliefs about creativity. *British Educational Research Journal*, 25(2), 225-243. <https://doi.org/10.1080/0141192990250206>
- Dow, G. T. & Mayer, R. E. (2004). Teaching students to solve insight problems: Evidence for domain specificity in creativity training. *Creativity Research Journal*, 16(4), 389-398. <https://doi.org/10.1080/10400410409534550>
- Gilhooly, K. & Webb, M. E. (2018). Working memory and insight problem solving. En F. Vallée-Tourangeau (Ed.), *Insight. On the origins of new ideas* (pp. 105-119). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315268118-6>
- Gómez-Ferragud, C., Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé López, V. (2013). Efectos de la similitud superficial y estructural sobre la transferencia a partir de análogos en problemas de alta y baja familiaridad: Primeros resultados. *Enseñanza de las ciencias*, 31(1), 135-151. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.782>
- Gómez Ferragud, C. B., Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé López, V. (2015). Effects of topic familiarity on analogical transfer in problem-solving: A think-aloud study of two singular cases. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(4), 875-887. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1416a>
- Haavold, P. Ø. & Sriraman, B. (2022). Creativity in problem solving: Integrating two different views of insight. *ZDM Mathematics Education* 54, 83-96. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01304-8>
- Ibrahim, B. & Rebello, N. S. (2013). Role of mental representations in problem solving: Students' approaches to nondirected tasks. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(2), 020106, 1-17. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020106>
- Kershaw, T. C. & Ohlsson, S. (2004). Multiple causes of difficulty in insight: The case of the nine-dot problem. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(1), 3-13. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.1.3>

- Khalid, M., Saad, S., Hamid, S. R. A., Abdullah, M. R., Ibrahim, H., & Shahrill, M. (2020). Enhancing creativity and problem-solving skills through creative problem solving in teaching mathematics. *Creativity Studies*, 13(2), 270-291. <https://doi.org/10.3846/cs.2020.11027>
- Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. (1999). Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(6), 1534-1555. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.25.6.1534>
- Kroesbergen, E. H. & Schoevers, E. M. (2017). Creativity as predictor of mathematical abilities in fourth graders in addition to number sense and working memory. *Journal of Numerical Cognition*, 3(2), 417-440. <https://doi.org/10.5964/jnc.v3i2.63>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147. <https://www.ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/19>
- Leikin, R. & Sriraman, B. (2022). Empirical research on creativity in mathematics (education): From the wastelands of psychology to the current state of the art. *ZDM – Mathematics Education*, 54(1), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01340-y>
- Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L., & Linn, M. C. (2010). New trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(6), 1123-1135. <https://doi.org/10.1037/a0021276>
- Liu, S.-Ch. & Lin H-S. (2014). Primary Teachers' beliefs about Scientific Creativity in the Classroom Context. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1551-1567. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.868619>
- Martinsen, Ø. L. & Furnham, A. (2019). Cognitive style and competence motivation in creative problem solving. *Personality and Individual Differences*, 139, 241-246. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.11.023>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022, marzo 03). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *BOE*, núm. 52, pp. 1-109. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-3296>
- Mumford, M. D., Baughman, W., Threlfall, K. V., Supinski, E. P., & Costanza, D. P. (1996). Process-Based measures of creative problem-solving skills: I. Problem construction. *Creativity Research Journal*, 9(1), 63-76. https://doi.org/10.1207/s15326934crj0901_6





<https://doi.org/10.15359/ree.28-2.18481>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

- Mumford, M. D., Hester, K. S., Robledo, I. C., Peterson, D. R., Day, E. A., Hougen, D. F., & Barrett, J. D. (2012). Mental models and creative problem-solving: The relationship of objective and subjective model attributes. *Creativity Research Journal*, 24(4), 311-330. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.730008>
- Newton, L. D. & Newton, D. P. (2010). What teachers see as creative incidents in elementary science lessons. *International Journal of Science Education*, 32(15), 1989-2005. <https://doi.org/10.1080/09500690903233249>
- Ohlsson, S. (2011). *Deep learning: How the mind overrides experience*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511780295>
- Olivos, F., Álvarez, I., & Díaz, F. (2013). Impacto de la educación para el emprendimiento en la creatividad: Una experiencia en Chile con Propensity Score Matching. *Revista Electrónica Educare*, 17(3), 259-276. <https://doi.org/10.15359/ree.17-3.12>
- Patston, T. J., Kaufman, J. C., Cropley, A. J., & 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>
- Pétervári, J. & Danek, A. H. (2020). Problem solving of magic tricks: Guiding to and through an impasse with solution cues. *Thinking & Reasoning*, 26(4), 502-533. <https://doi.org/10.1080/13546783.2019.1668479>
- Riba, S. S. & Auque, M. D. (2003). Metacognición y resolución diferencial de un problema de insight: Un estudio comparativo entre adolescentes con alta capacidad intelectual y aptitudes medias. *Faisca Revista de Altas Capacidades*, 10, 5-25. <https://dialnet.unirioja.es/revista/6200/A/2003>
- Royston, R. & Reiter-Palmon, R. (2019). Creative self-efficacy as mediator between creative mindsets and creative problem-solving. *Journal of Creative Behavior*, 53(4), 472-481. <https://doi.org/10.1002/jocb.226>
- Welling, H. (2007). Four mental operations in creative cognition: The importance of abstraction. *Creativity Research Journal*, 19(2-3), 163-177. <https://doi.org/10.1080/10400410701397214>
- Widya, W., Nurpatri, Y., Indrawati, E. S., & Ikhwan, K. (2020). Development and application of creative problem solving in mathematics and science: A literature review. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(1), 106-116. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v3i1.4335>



Apéndice A: Problemas *insight* usados en el presente estudio

Superficie: Ciencia	Superficie: Vida diaria
<p>Gadolinio Los químicos han logrado sintetizar una molécula que contiene 10 átomos de Gadolinio dispuestos en un plano y que conforman 5 líneas rectas de 4 átomos cada una. ¿Cómo es posible?</p>	<p>Jardín Un jardinero ha logrado diseñar un jardín que contiene 10 abetos de Korea dispuestos sobre terreno plano y que conforman 5 líneas rectas de 4 abetos cada una. ¿Cómo es posible?</p>
<p>Semiconductor Los átomos de impurezas de cierto semiconductor adoptan dos configuraciones posibles dentro de un campo electromagnético. En una configuración, su forma es como una flecha apuntando "hacia arriba" (ver Figura) y en la otra, la flecha apunta "hacia abajo".</p>  <p>Los científicos logran convertir la primera configuración en la segunda cambiando SOLO 3 átomos de posición y dejando el resto inmóvil. ¿Cómo es esto posible?</p>	<p>Billar Un conjunto de diez bolas de billar se puede configurar de dos formas en una mesa. En una configuración, su forma es como una flecha apuntando "hacia arriba" (ver Figura) y en la otra, la flecha apunta "hacia abajo".</p>  <p>Algunas personas pueden convertir la primera configuración en la segunda cambiando SOLO 3 bolas de posición y dejando el resto inmóvil. ¿Cómo es esto posible?</p>
<p>Tumor Imagina que eres un médico que ha de tratar a un paciente con un tumor maligno. El tumor está en el centro del cuerpo. No puedes operarlo, pero debes destruir el tumor. El tumor se puede destruir con radiación de alta intensidad de Rayos Gamma. (Ayuda: la intensidad de radiación es el número de partículas que bombardean el tumor por cada segundo). Tienes un cañón de rayos gamma de alta intensidad. Sin embargo, los rayos gamma de alta intensidad también destruirán el tejido sano a través del cual deben pasar hasta llegar al tumor, y el paciente morirá. Dispones también de varios cañones de rayos gamma de baja intensidad. Cada uno de esos cañones no matará el tejido sano, pero no será suficiente para destruir el tumor. Entonces, ¿cómo se puede destruir el tumor sin dañar el tejido sano?</p>	<p>Incendio Imagina que eres un bombero que ha de apagar un fuego grande en una fábrica. La fábrica está en el centro de un pueblo. No puedes dejar que el fuego se extienda. El fuego se puede apagar rociando agua con alta intensidad (Ayuda: la intensidad es el volumen de agua que cae sobre el fuego cada segundo). Tienes un camión de bomberos grande con una manguera de alta intensidad de riego. Sin embargo, el camión grande de alta intensidad de riego no cabe entre las casas hasta llegar a la fábrica, y si intenta acercarse dañaría esas casas. Dispones también de varios camiones pequeños con riego de baja intensidad. Cada uno de esos camiones sí cabe entre las casas, pero no será suficiente para apagar el fuego. Entonces, ¿cómo se puede apagar el fuego sin dañar las casas intermedias?</p>
<p>Transportador Un científico, Antonio, ha logrado crear una estructura de forma ortoédrica (como una caja) capaz de transportar moléculas "Ctla-4", que inhiben los linfocitos-T de nuestro organismo. Otro colega quiere saber sus dimensiones y pregunta a Antonio, pero éste le responde con un acertijo: —Su volumen (largoX anchoX alto) es 36 nanómetros cúbicos, y la suma de esas tres dimensiones (largo+ ancho+ alto) es igual al número de la puerta del laboratorio. El colega piensa un rato, mira la puerta y dice: —¡Aún me falta un dato! —¡Ah, sí, perdona! El transportador es mayor en altura que en su base. ¿Eres tú capaz de determinar las 3 dimensiones del transportador molecular?</p>	<p>Edades Dos amigos matemáticos, José y Antonio, se encuentran después de mucho tiempo. José sabe que Antonio tiene 3 hijas y quiere saber sus edades actuales. José pregunta a Antonio, pero a los matemáticos les encantan los acertijos, así que Antonio le responde así: —El producto de sus edades, expresadas en años, es 36 y la suma de sus edades coincide con el número de la puerta de la casa de enfrente. José piensa un rato, mira el número de la puerta de enfrente y dice: —¡Aún me falta un dato! —¡Ah sí!, perdona José; mi hija mayor toca el piano. ¿Eres tú capaz de determinar las 3 edades de las hijas de Antonio?</p>

