

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INSIGHT: PROPUESTA DE UN MÉTODO ANALÍTICO ÚTIL PARA LA ENSEÑANZA

Hanane Yousfi Boulaghmoudi

Grupo de investigación CDC, Universitat de València.
yousfi@alumni.uv.es

Vicente Sanjosé

Grupo de investigación CDC, Universitat de València.

Carlos B. Gómez-Ferragud

Grupo de investigación CDC, Universitat de València.

Estos autores contribuyeron por igual en este trabajo

Received: 13 noviembre 2024

Revised: 14 noviembre 2024

Evaluator 1 report: 16 noviembre 2024

Evaluator 2 report: 16 noviembre 2024

Accepted: 17 noviembre 2024

Published: noviembre 2024

RESUMEN

Enseñar deliberadamente destrezas creativas es difícil porque se convierten en analíticas o reproductivas para el alumnado en la siguiente tarea. El presente trabajo exploratorio tuvo como objeto proponer al profesorado un método para utilizar los problemas creativos de tipo insight en la instrucción. La propuesta se basa en métodos analíticos para facilitar al alumnado la generación de inferencias necesarias para la solución de este tipo de problemas, y también a relacionar las ideas, inferenciales y del enunciado, mediante el razonamiento lógico. Varios expertos generaron y consensuaron inferencias necesarias durante la resolución de algunos problemas insight. Luego, estas inferencias y las ideas del enunciado se relacionaron entre sí usando reglas lógicas. También se diseñaron rúbricas cuyos niveles se basan en la capacidad del alumnado para realizar, o no, ciertos procesos mentales determinados mediante las resoluciones analíticas. Estas rúbricas fueron validadas tentativamente con una muestra de 127 estudiantes de secundaria en 8º y 11º grados. Su uso permitió valorar sus avances y obstáculos específicos en aspectos como la descomposición de unidades o la relajación de restricciones, típicas de estos problemas insight, así como comparar entre cursos.

Palabras clave: educación; resolución de problemas creativos; alumnado de secundaria; inferencias; razonamiento lógico

ABSTRACT

Insight problema resolution: proposal for a useful analytical method for teaching. Deliberately teaching creative skills is challenging because they become analytical or reproductive for students in the following

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INSIGHT: PROPUESTA DE UN MÉTODO ANALÍTICO ÚTIL PARA LA ENSEÑANZA

task. This exploratory work aimed to propose a method for teachers to use insight-based creative problems in instruction. The proposal is based on analytical methods to help students generate the inferences needed to solve this type of problem, as well as to relate the ideas, both inferential and from the problem statement, through logical reasoning. Several experts generated and reached a consensus on the necessary inferences during the solving of some insight problems. These inferences and the ideas from the problem statements were then connected using logical rules. Rubrics were also designed, with levels based on the students' ability, or inability, to perform certain mental processes determined through analytical resolutions. These rubrics were tentatively validated with a sample of 127 secondary school students in 8th and 11th grades. Their use allowed for the evaluation of the students' progress and specific challenges in aspects such as unit decomposition or relaxation of constraints, which are typical of these insight problems, as well as comparisons between different grades.

Keywords: education; creative problem solving; secondary students; inferences; logical reasoning

INTRODUCCIÓN

La creatividad es hoy un foco de interés educativo en todo el mundo. Entidades como la UNESCO (2022) ha subrayado que la creatividad es una competencia básica para los y las ciudadanas de hoy y del futuro. El estudio internacional PISA (OCDE, 2023) ha incluido la evaluación específica del pensamiento creativo entre sus objetivos. A pesar de la importancia concedida al desarrollo de las destrezas creativas, la educación para la creatividad es todavía un gran reto para el profesorado (Kasirer y Shnitzer-Meirovich, 2021; Rubinstein et al., 2013): ¿cómo desarrollar las destrezas creativas en el alumnado si todo intento deliberado de enseñanza convertirá una tarea creativa en una tarea analítica? ¿Cómo determinar las destrezas creativas para poder instruir en ellas en diferentes tareas?

La creatividad se relaciona con la resolución de problemas (del Águila et al., 2019), en especial en matemáticas y ciencias (Leikin y Levav-Waynberg, 2020), aunque esto solamente sucede cuando se trata de auténticos problemas y no de meros ejercicios algorítmicos. Los problemas abiertos o indefinidos (*ill-defined*) y los problemas insight son dos tipos de problemas que generalmente requieren creatividad por parte del resolutor (Haavold y Sriraman, 2022). En el primer caso, la creatividad se requiere para construir una representación mental del problema que considere todas las posibilidades de implementación de la situación (pensamiento divergente), para luego convertir dicha representación mental en un problema resoluble por medios lógico-matemáticos que permitan su evaluación detallada (pensamiento convergente; Brophy, 2001; Zhu et al., 2019). Un ejemplo es (Labra et al., 2005): “*Un auto comienza a frenar al ver la luz amarilla ¿qué velocidad llevará al llegar al semáforo?*”.

En el caso de problemas insight, la creatividad se requiere para representar la situación de un modo no convencional, distinto del que es habitual y conocido. Por ejemplo:

¿Cómo lograr que la igualdad sea correcta moviendo sólo una cerilla?

$$\begin{array}{c} | \vee = ||| + ||| \\ | \vee = | \cdot - || \end{array}$$

Fuente: Knoblich et al., (1999)

Los problemas insight demandan creatividad del resolutor, son desafiantes, obligan a pensar largamente en ellos y a enfrentar el error de forma instructiva (Manalo y Kapur, 2018), son motivadores cuando se resuelven (Skaar y Reber, 2021) y exigen del resolutor flexibilidad cognitiva (Cañas et al., 2006) para reestructurar la inadecuada representación mental del problema construida inicialmente, y obtener otra adecuada, aunque no convencional, al tiempo que activan y aplican conocimiento previo disciplinar.

Los problemas insight

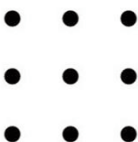
Ante todo, un problema insight se caracteriza por la aparición de la solución en la mente del resolutor de un modo abrupto, inesperado e incontrolado tras un periodo de bloqueo dominado por la perplejidad (Chu y

MacGregor, 2011; Weisberg, 2019), conocido como 'momento Ahá' o 'iluminación', sin que el resolutor pueda descifrar cuál es el proceso generador, produciéndole una sensación de placer y de seguridad en que 'ya todo encaja' (Danek y Wiley, 2017). La literatura ha coleccionado muchos de estos problemas (ver por ejemplo la colección usada por Dow y Mayer, 2004).

Inicialmente, los problemas insight pueden parecer problemas rutinarios que no plantean obstáculos al resolutor. Su enunciado induce en el resolutor una representación mental inadecuada que no permite llegar a la solución, sino a un estado de 'impasse' (Knoblich et al., 1999). Este estado está creado por un dilema o inconsistencia detectada por el resolutor que le produce perplejidad. El resolutor puede entonces perseverar o abandonar la resolución activa, pero muchas veces continúa madurando el problema de un modo inconsciente durante un tiempo, denominado desde hace mucho como 'incubación' (Wallas, 1926). En ocasiones, tras la incubación el resolutor experimenta el 'momento Ahá'. Ohlsson (2011) sugiere que el *impasse* se supera cuando el resolutor logra abandonar la representación inicial del problema y genera otra, menos evidente y que exige sustraerse a la tradición y la experiencia previa. Este proceso se conoce como 'reestructuración'. La reestructuración parece una condición necesaria (aunque no suficiente) para la iluminación y, por tanto, para la solución exitosa de un problema insight, como mostraron estudios empíricos como los desarrollados por Ash et al., (2009), Ash et al., (2012) y en la revisión de estudios realizada por Chu y MacGregor (2011).

Se han diferenciado dos tipos básicos de reconceptualización de ideas en la mente del resolutor (Knoblich et al. 1999), denominadas descomposición de unidades (en inglés, *chunk decomposition*) y relajación de restricciones (*constrain relaxation*), aunque recientemente se ha señalado que la recomposición de componentes previamente desagregados es también una parte diferenciada de una reconceptualización o reestructuración de problemas insight (Zhang et al., 2024). El primero consiste en los problemas de igualdades con cerillas expuestos antes son ejemplos del primer tipo de reestructuración, consistente en una desagregación de componentes o rasgos que inicialmente forman una unidad de significado (un objeto, una cantidad, un operador, etc.) en el problema, para crear nuevas unidades recombinando los componentes de otro modo. El segundo tipo de reestructuración puede ejemplificarse con el siguiente problema, muy conocido:

Trate de unir los 9 puntos con solo 4 trazos rectos sin levantar el lápiz del papel. (Se requiere eliminar la restricción impuesta por los límites del cuadrado)



Fuente: Dow y Mayer, (2004)

Procedimientos analíticos en la resolución de problemas insight

Los métodos analíticos son usados desde hace mucho por el profesorado de ciencias y matemáticas para enseñar a resolver problemas complejos, incluso creativos, como los abiertos o indefinidos, a su alumnado (Robbins, 2011, Jonassen, 2011; Labra et al., 2005). La descomposición en subproblemas, la imposición de restricciones como leyes o teoremas, el análisis de situaciones límites, o la modelización son algunas de las técnicas más usadas.

Aunque se admite en general que los problemas insight requieren de creatividad para su resolución, el hecho de que los procesos creativos sean difíciles de capturar ha hecho que algunos investigadores se planteen acotar y determinar qué hay de 'creativo', de pensamiento divergente e inconsciente en una de estas resoluciones, y qué hay de 'analítico', de pensamiento convergente y controlado. MacGregor, Ormerod, y Chronicle, (2001) propusieron que la resolución de problemas insight se basa en procesos activos y conscientes, asociados con el pensa-

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INSIGHT: PROPUESTA DE UN MÉTODO ANALÍTICO ÚTIL PARA LA ENSEÑANZA

miento analítico y la metacognición, que están también implicados en la resolución de problemas no insight, como la planificación, la monitorización y la evaluación del progreso. En la revisión de Ash et al., (2009) los autores afirmaron que era difícil demostrar que los procesos cognitivos asociados con la reestructuración fueran distintos a los implicados en la resolución de problemas analíticos tradicionales. Chu y MacGregor (2011) también encontraron que los resolutores usaban métodos heurísticos para dar solución a problemas insight.

En el estudio detallado de Fleck y Weisberg (2013) para explorar la existencia de métodos de pensamiento analíticos en resolución de problemas insight, sólo una parte de los participantes mostraron la secuencia impase-reestructuración-iluminación prevista en la solución exitosa de problemas insight. Los autores encontraron 58% de soluciones correctas alcanzadas mediante procedimientos analíticos, como exploración directa del material suministrado en el problema, *hill-climbing* (evaluar la distancia entre el estado actual y la meta, y dar pasos que la reduzcan), o sustitución de heurísticas (cambiar una por otra tras evidenciar que no funciona). Porcentajes entre 35% y 70% de resoluciones exitosas no mostraron la presencia de impasse, aunque la reestructuración se observó en porcentajes entre 10% y 80% de los sujetos. En 28% de las soluciones se observó una reestructuración basada en la heurística, pero sin impasse.

Posteriormente Weisberg (2015) abundó en el estudio de la presencia de procedimientos analíticos en la resolución de problemas insight a partir de casos históricos bien conocidos, y concluyó que las fases previstas, impase-reestructuración-iluminación, pueden no darse de un modo tan automático como se postuló ante un acto creativo de invención. Este autor propuso cuatro fases en el abordaje de un problema insight que integran pensamiento analítico y creativo, quedando este último en la fase 4. Es decir, incluso cuando el insight aparezca finalmente, los actores creativos pueden utilizar estrategias analíticas habituales -i.e. que solamente requieren conocimientos y procedimientos previamente conocidos-, que cambian con la incorporación progresiva de información nueva, por ejemplo, procedente de intentos fallidos de solución. Si todo esto falla, el resolutor podría finalmente entrar en la fase de incubación y llegar a la iluminación (Weisberg, 2015; p. 30, Figura 2).

En resumen, en una resolución de un problema insight, no todos los procesos han de ser, necesariamente, creativos, novedosos, o iluminadores. Aunque la reestructuración causa un cambio global en la concepción del problema insight, ésta se genera por cambios en parte de sus componentes estructurales, en su significado, en su ubicación, en su constitución o naturaleza, en su rol o función, o cambios en las relaciones entre algunos de esos componentes, y algunos de esos cambios pueden inferirse analíticamente.

Construcción de inferencias y de relaciones lógicas entre ideas

La elaboración de inferencias es una destreza cognitiva de gran importancia en la comprensión de la información (Elleman; 2017; McDonald et al, 2021; Oakhill et al., 2015). Los enunciados de problemas son textos muy cortos en donde la información explícita es, con frecuencia, muy escasa. Por ello, haciendo uso de sus destrezas de razonamiento y de su conocimiento previo, el resolutor debe elaborar un conjunto de inferencias clave necesarias para construir el espacio del problema apropiado para llegar a la solución. Se ha probado que la capacidad para realizar inferencias influye en el éxito en la resolución de problemas (Öztürk et al., 2024) y, por tanto, enseñar al alumnado a elaborar inferencias específicas para construir una adecuada representación mental de un problema es esencial para que pueda abordarlo con éxito.

Las inferencias se elaboran mediante procesos cognitivos (aporte de conocimiento previo) y metacognitivos (detección de falta de información para unir piezas de información preexistentes), muchos de los cuales se producen automáticamente (sin control consciente como, por ejemplo, asociar pronombres con el sustantivo referido) y otros son estratégicos, es decir, deliberados (Van den Broek et al., 2015). Estas estrategias incluyen relacionar semánticamente unidades de información explícitas, y éstas con el conocimiento previo para establecer coherencia, usar el razonamiento para crear consecuentes a partir de información preexistente, inferir causas posibles de ideas disponibles, cuestionar ideas explícitas, o incluso hacerse preguntas predictivas. De hecho, las relaciones causales juegan un papel decisivo en la construcción de representaciones mentales ante información

expositiva (van den Broek, 2012). La creación de consecuentes causales es crucial para el avance en la resolución de un problema, así como la capacidad para realizar predicciones (“¿qué pasaría si...?”). Para generar ambos tipos de inferencias el razonamiento basado en la lógica es necesario.

El desarrollo de la lógica formal en el alumnado es también un factor importante para el desempeño académico (Horanska, 2022; Seif, 2023). En un problema, el conjunto total de ideas, enunciado e inferencias elaboradas, mantienen entre sí relaciones de implicación, necesidad, suficiencia, habilitación, control, compatibilidad o incompatibilidad, prelación temporal, causa-consecuencia, etc. que el resolutor debe también construir en su mente. En una visión analítica de un problema insight, la representación mental del problema creada debe incorporar, al menos, la estructura lógica de las ideas implicadas. Sin embargo, los problemas insight se caracterizan, precisamente, por el hecho de que la construcción de relaciones lógicas entre ideas conduce con frecuencia a una inconsistencia, un dilema, o un estado absurdo, que impide avanzar en la resolución. Así pues, desde el punto de vista analítico, el impasse se debe a la creación, en la mente del resolutor, de un conjunto (generalmente pequeño) de ideas que, puestas en relación, generan un dilema o inconsistencia o estado absurdo aparentemente irresoluble.

El momento de iluminación, si aparece, implica que el dilema o inconsistencia o estado absurdo que impedía el avance en la resolución ha podido ser superado mediante una reconceptualización o negación de alguna de sus ideas integrantes. Por tanto, el componente analítico de la reestructuración necesaria para la iluminación es el cambio, sustitución, reformulación o eliminación de una al menos de las ideas integrantes del dilema, inconsistencia o absurdo. En el ejemplo anterior, esa idea es la inferencia (2).

En resumen, entre otras estrategias analíticas, el profesorado puede ayudar a sus estudiantes a analizar el contenido de sus representaciones mentales, determinando aquellas ideas (incluyendo las inferencias) que se deben generar, y el modo en que se relacionan entre sí para crear el estado de dilema o inconsistencia que impide avanzar. Una vez determinadas, el profesor puede ayudar a revisar la necesidad de esas inferencias y relaciones lógicas, estimulando la flexibilidad cognitiva de su alumnado que se requiere para reestructurar las representaciones mentales iniciales.

Diseño de rúbricas

Las rúbricas se consideran instrumentos de aprendizaje y de evaluación formativa (Panadero y Jonsson, 2013) y no sólo sumativa, que facilitan al profesorado proporcionar a sus estudiantes un *feedback* adecuado (Cockett y Jackson, 2018; Stevens y Levi, 2023) del desempeño de una tarea y mejorar su aprendizaje (Chowdhury, 2019). Sin embargo, en el metaanálisis de Marin-García, (2015) se concluía que, incluso en niveles universitarios, la construcción de rúbricas por parte del profesorado parecía basarse en evidencias anecdóticas más que en procedimientos científicos. También Dawson, (2017) subrayó la necesidad de usar métodos fiables y replicables en su diseño y uso.

Las resoluciones analíticas de problemas creativos facilitan el diseño de rúbricas de un modo replicable y cuyos niveles del desempeño se basen en los procesos mentales que el alumnado debe realizar (o no) mientras avanza por el espacio del problema.

Objetivos de la investigación

El presente trabajo exploratorio tiene como objeto proponer al profesorado un método analítico basado en la lógica y en la generación de inferencias necesarias para la solución de problemas creativos, como los insight. Naturalmente, el aprendizaje de técnicas analíticas no implica el desarrollo de destrezas creativas, pero supone un aprendizaje útil para la mayoría del alumnado en situaciones donde hay obstáculos, dilemas y contradicciones aparentes que hay que superar.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

O1: Realizar una resolución analítica de los problemas insight usando el razonamiento lógico para determinar qué inferencias es necesario elaborar, y cómo se relacionan entre sí y con las del enunciado para obtener un espa-

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INSIGHT: PROPUESTA DE UN MÉTODO ANALÍTICO ÚTIL PARA LA ENSEÑANZA

cio del problema adecuado que permita determinar la estructura del obstáculo o inconsistencia aparente, reestructurar la representación mental inapropiada y llegar a la solución correcta de cada problema.

O2: A partir de estos análisis, elaborar rúbricas asociadas a procesos de razonamiento y control metacognitivo del resolutor, útiles para que el profesorado evalúe las dificultades del alumnado durante la resolución de problemas insight y su origen concreto, para poder trabajar en su superación de un modo eficiente.

O3: Analizar cómo abordan los problemas insight los estudiantes de secundaria, qué dificultades enfrentan y hasta dónde son capaces de avanzar por el espacio del problema.

O4: Comparar las resoluciones de estudiantes de cursos avanzados e iniciales para determinar si el desarrollo madurativo y un mayor conocimiento escolar se asocia con un mayor avance hacia las soluciones.

MÉTODOS

Diseño

En la primera parte del presente estudio (objetivos O1 y O2) se realizó un estudio de casos (expertos) con una orientación cualitativa para la extracción de información a partir de sus informaciones. En la segunda parte (objetivos O3 y O4) se desarrolló un estudio exploratorio *ex post facto* con alumnado de Secundaria.

Participantes

En la primera parte del estudio participaron tres expertos, doctores y profesores de didáctica de las ciencias con más de 5 años de experiencia docente en una universidad situada en una gran ciudad española.

En la segunda parte, participaron 127 estudiantes de educación Secundaria (48% hombres; 43% mujeres; 9% sexo no binario) españoles de dos cursos, 8º grado (77 de 2º de ESO,) y 11º grado (50 de 1º de Bachillerato). Fue una muestra accesible y no hubo muestreo aleatorio. Sin embargo, estas personas no presentaron rasgos específicos que los diferenciase de cualquier otra muestra típica de estos cursos en España.

Materiales

Se utilizaron dos problemas insight muy conocidos, uno de tipo espacial y otro de tipo numérico (Dow y Mayer, 2004). En el primero, problema del 'tumor', se requiere combinar conocimiento no escolar, espacial y estratégico, para superar una aparente inconsistencia entre dos ideas del enunciado. El segundo problema, el de las 'edades', requiere un conocimiento que se estudia tradicionalmente en secundaria, la descomposición en factores y, además, suele activar en el resolutor un conocimiento previo, también académico que puede llevar al impasse. Ambos enunciados se muestran en las columnas izquierdas de las Tablas 1A y 1B más adelante.

Tarea

A los expertos se les pidió resolver los problemas sin tiempo limitado, explicitando todas las ideas que vinieran a la cabeza, fueran o no fructíferas, para una posterior discusión con los autores del presente trabajo. Se propuso la misma tarea al alumnado de secundaria, pero durante un tiempo limitado por la duración de la sesión de clase.

Procedimiento de toma de datos

Se pidió la colaboración de tres profesores expertos y accesibles, cuyas resoluciones independientes, exhaustivas y completamente explicadas permitieron luego elaborar distintos análisis lógico-relacionales para crear un espacio del problema adecuado.

Se solicitó permiso por escrito a dos centros educativos de secundaria, explicando el objetivo del estudio y las acciones a realizar. Una vez obtenidos, se planificó día y hora de la recogida de datos. En una sesión ordinaria de clase, se explicó en cada aula las intenciones del estudio y se rogó la colaboración del alumnado, garantizando en todo momento su anonimato. Tras ello, se repartieron al azar los enunciados en papel, un problema para cada persona, y comenzó la resolución. Se permitió un tiempo de 20 min para ello, que es corto para que la mayoría

del alumnado logre encontrar la solución (hay poco tiempo para la incubación), pero que podría permitir evidenciar distintos avances del alumnado por el espacio del problema y los obstáculos encontrados.

Análisis de datos

Análisis lógico-relacional de los problemas

En varias sesiones de trabajo de los autores con los expertos se revisaron todas las inferencias generadas y las relaciones lógicas entre ideas construidas para tratar de consensuar, para cada problema: a) las inferencias realmente necesarias para llegar a la solución; b) inferencias que podrían elaborarse pero que no son necesarias para llegar a la solución; c) ideas que un resolutor podría elaborar pero que son obstáculos para solucionar el problema correctamente.

Validación de las rúbricas

Versiones iniciales de rúbricas se diseñaron a partir de los análisis lógicos anteriores. Luego, éstas se sometieron a dos análisis distintos: de exhaustividad (dar cuenta de toda la casuística observada en las resoluciones del alumnado) y capacidad de discriminación (atribuir distinto nivel de mérito a distintos niveles de avance en los espacios del problema correspondientes).

Tras esto, se procedió al estudio de fiabilidad en la aplicación de las rúbricas por acuerdo inter-jueces. Dos de los autores valoraron independientemente las resoluciones de un conjunto al azar de 20 participantes (40 valoraciones). El valor de *kappa* de Cohen no fue todavía satisfactorio (menor o igual a 0.58). Los criterios reformulados tras discusión sirvieron para refinar las rúbricas. Entonces, éstas se aplicaron a otro conjunto de 20 participantes (40 valoraciones), y esta vez el valor de *kappa* alcanzó valores aceptables en ambos problemas (0.70 y 0.79). A partir de aquí, uno de los investigadores procedió a la valoración del resto de resoluciones.

Uso de las rúbricas y análisis de datos cuantitativos

Las rúbricas fueron utilizadas para valorar las elaboraciones del alumnado. Las valoraciones fueron analizadas con estadística descriptiva, pero también inferencial para estudiar el posible efecto del nivel académico (test *U* de Mann-Whitney; test *Chi* cuadrado).

RESULTADOS

Análisis lógico-relacional de los problemas

Las Tablas 1A y 1B muestran los análisis para cada problema, ya consensuados entre expertos. Se diferencian las ideas explícitas de los enunciados (denominadas “E”) de las ideas inferenciales construidas (“I”) y de las ideas procedentes de conocimiento previo (“CP”) para una mayor claridad. Las flechas indican implicación lógica. El signo de suma “+” indica “conjunción lógica”.

Tabla 1A. Enunciado y análisis lógico-relacional del problema del Tumor.

Tumor	
Enunciado: Ideas explícitas (E)	Análisis: inferencias (I) y relaciones
E1: Un paciente tiene un tumor maligno que no se puede operar por medios tradicionales.	E2 → I1 : <i>Radiar el tumor implica necesariamente radiar tejido sano</i>
E2: El tumor está en medio del cuerpo, rodeado de tejidos sanos, todos ellos vitales.	E2 + E9 → I2.1 : <i>Tumor destruido</i> + I2.2 : <i>Tejidos sanos no destruidos</i>
E3: Hay que usar radiación (radioterapia) que consiste en lanzar, desde el exterior del cuerpo, partículas subatómicas muy rápidas contra el tumor durante un cierto tiempo.	I2.1 + E5 → I3 : <i>Se han lanzado muchas partículas contra el tumor en poco tiempo (alta intensidad de radiación sobre tumor).</i>
E4: Cuantas más partículas chocan con el tumor, más destrucción provocan. La destrucción tiene que hacerse en poco tiempo, porque si no, el tumor se recupera y vuelve a crecer.	I2.2 + E7 + E8 → I4 : <i>Pocas partículas chocando contra el tejido sano en poco tiempo (baja intensidad sobre el tejido sano)</i>
E5: El tumor de este paciente requiere muchas partículas chocando con él en poco tiempo.	I3 + I4 → I5 : <i>contradicción aparente.</i> Impasse
E6: Se dispone de varios aparatos de radiación de alta intensidad (lanzan muchas partículas por unidad de tiempo) y de varios de baja intensidad (lanzan pocas partículas por unidad de tiempo).	I4 → I6 : <i>No se puede usar el aparato de alta intensidad.</i>
E7: Usar un aparato de alta intensidad durante el tiempo necesario destruirá el tumor, pero también destruirá el tejido sano intermedio y el paciente morirá.	I6 + E6 → I7 : <i>Solo se pueden usar aparatos de baja intensidad.</i>
E8: Usar un aparato de baja intensidad no destruirá el tejido sano intermedio (se recupera del daño), pero tampoco destruirá el tumor y el paciente morirá.	E4 + CP → I8 : <i>varias intensidades bajas sumadas equivalen a una alta intensidad.</i>
E9: ¿Cómo se puede destruir el tumor y que el paciente sobreviva?	I8 + E5 → I9 : <i>Hay que usar <u>varios</u> aparatos de baja intensidad irradiando <u>a la vez</u> el tumor.</i> Descomposición de unidad.
	E2 + I9 → I10 : <i>se puede <u>acumular</u> la cantidad de radiación necesaria sobre el tumor...</i>
	I9 + E2 + E8 → I11 : <i>hay que evitar acumular radiación sobre el tejido sano.</i>
	I9 + I11 → I12 : <i>y se deben disponer <u>rodeando</u> el tumor.</i> Relajación de restricción.

Nota: En el enunciado del Tumor se añadió conocimiento básico sobre radiación. También se explicitó que existen varios aparatos disponibles porque pensar que un mismo cañón puede cambiar de posición en una misma sesión de radioterapia requiere un conocimiento específico, posiblemente ausente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1B. Enunciado y análisis lógico-relacional del problema de las Edades.

Enunciado: Ideas explícitas (E)	Edades Análisis: inferencias (I) y relaciones
<p>E1: Dos amigos matemáticos, José y Antonio, se encuentran después de mucho tiempo.</p> <p>E2: Antonio tiene 3 hijas y José le pregunta: “¿Qué edades tienen ahora tus hijas?”</p> <p>E3: Como a los matemáticos les encantan los acertijos, Antonio le responde así:</p> <p>E4: “El producto de sus edades, expresadas en años, es 36 ...</p> <p>E5: y la suma de sus edades coincide con el número de la puerta de la casa de enfrente”.</p> <p>E6: José piensa un rato, se va a la casa de enfrente, mira el número y regresa.</p> <p>E7: Entonces José le dice a Antonio: “¡Aún me falta un dato!”</p> <p>E8: “¡Ah sí!, perdona José: mi hija mayor toca el piano”.</p> <p>E9: ¿Qué edades tienen las tres hijas de Antonio?</p>	<p>E9 → CP: Hacen falta 3 ecuaciones con datos numéricos para determinar 3 edades numéricas. Restricción a relajar.</p> <p>E4 → II.1: Descomponer 36 en tres factores: $36 = x y z$</p> <p>II.1 → II.2: Existen varias ternas de factores (x,y,z) para el número 36: (1,1,36); (1,2,18); (1,3,12); (1,4,9); (1,6,6); (2,2,9); (2,3,6); (3,3,4).</p> <p>E5 → IO.1: No se proporciona un dato numérico.</p> <p>E8 → IO.2: No se proporciona un dato numérico</p> <p>CP + IO.1 + IO.2 → IO.3: No es posible resolver el problema.</p> <p>Impasse</p> <p>E5 + II.2 → II.1: Calcular la suma de cada terna de factores.</p> <p>Superación del impasse: relajación de restricción.</p> <p>II.1 → II.2: Hay varios resultados de la suma: $(1+1+36) = 38$; $(1+2+18) = 21$; $(1+3+12) = 16$; $(1+4+9) = 14$; $(1+6+6) = 13$; $(2+2+9) = 13$; $(2+3+6) = 11$; $(3+3+4) = 10$.</p> <p>II.2 → II.3: Todas las sumas son distintas, excepto para las ternas (1,1,6) y (2,2,9) que da el mismo valor= 13.</p> <p>E5 → II.1: La casa tiene un número concreto que coincide con la suma de los factores. Otra relajación de restricción.</p> <p>II.1 → II.3: El número de la casa de enfrente ha de ser, necesariamente, uno de los siguientes: 10, 11, 13, 14, 16, 21, 38.</p> <p>E5 + II.2 → II.1: Si el número de la casa es 10, 11, 14, 16, 21 o 38, las edades quedan determinadas + II.2: Si el número de la casa es 13, hay una ambigüedad entre (1,6,6) y (2,2,9).</p> <p>E6 → II.5: José ya conoce el resultado numérico de la suma de las 3 edades.</p> <p>E7 + 15 → II.6: José no ha podido determinar las edades todavía.</p> <p>16 + 14.1 + 14.2 → II.7: El número de la casa es 13.</p> <p>17 + 12.2 → II.8: José duda entre las ternas (1,6,6) y (2,2,9)</p> <p>E8 → II.9: hay una hija mayor.</p> <p>19 → II.10: Descartar (1, 6, 6) porque implica dos gemelas mayores.</p> <p>18 + 110 → III: las hijas tienen 9, 2 y 2 años.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Rúbricas propuestas

Las rúbricas finales para ambos problemas, una vez consensuadas y validadas para exhaustividad y discriminación, se muestran en las Tablas 2A y 2B. Se decidió que, en cada una, el nivel 3 se asociase con evidencia de reestructuración (quizás parcial) de la representación mental de cada problema.

**RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INSIGHT:
PROPUESTA DE UN MÉTODO ANALÍTICO ÚTIL PARA LA ENSEÑANZA**

Tabla 2A. Rúbrica para el problema del Tumor y relación con el análisis de la Tabla 1A

Acciones observadas	Inferencias del análisis	Nivel
<ul style="list-style-type: none"> ▪ No hace nada. No intenta nada. 		0
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soluciones ilícitas: Inventa soluciones basadas en elementos no explicitados en el enunciado. 		0
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abandono temprano: Expresa que no es posible dar una solución 		0
Sin explicación o con justificación no pertinente.		0
Explicitando la contradicción que el enunciado sugiere (<i>se han de lanzar muchas partículas en poco tiempo sobre el tumor + se han de lanzar pocas partículas en poco tiempo sobre el tejido sano</i>)	<i>15</i> (<i>Impasse</i> consciente)	1
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asume la posibilidad de solución: Intenta avanzar en el problema de algún modo, con dibujos o texto, sin llegar a rechazar explícitamente el uso del aparato de alta intensidad ni proponer el uso de aparatos de baja intensidad solamente. 	(Intentar superar el <i>impasse</i>)	1
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rechaza explícitamente el aparato de alta intensidad y/o considerar solamente aparato(s) de baja intensidad, sin decir que son varios y sin decir que deben sumar su radiación sobre el tumor y sin decir que deben disparar desde posiciones que rodean el tumor. 	<i>16/17</i>	2
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escribe o Dibuja varias fuentes de baja intensidad, que disparan simultáneamente sobre el tumor 	<i>19</i>	
<u>Sin</u> explicitar que hay que acumular radiación sobre el tumor, ni sobre la necesidad de rodear el tumor		3
Explicitando que se trata de acumular la cantidad de radiación necesaria (sin aludir a las posiciones de los aparatos)	<i>110</i>	4
Explicitando que las fuentes deben rodear el tumor para no dañar el tejido sano (sin explicar que la radiación debe acumularse en el tumor)	<i>111</i>	4
Explicitando ambas: acumular la cantidad de radiación necesaria, <u>y también</u> rodeando el tumor para no dañar el tejido sano.	<i>110 + 112</i>	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2B. Rúbrica para el problema de las Edades y relación con el análisis de la Tabla 1B

Acciones observadas	Inferencias del análisis	Nivel
▪ No hace nada. No intenta nada.		0
▪ Soluciones ilícitas: Inventa soluciones basadas en elementos no explicitados o incompatibles con el enunciado.		0
▪ Abandono temprano: Expresa que no es posible dar una solución		0
Sin dar ninguna explicación		0
Justificando que faltan datos numéricos.	<i>I0.3 (Impasse consciente)</i>	1
▪ Atiende al primer dato: Intenta descomponer el valor 36 en 3 factores.		
Sólo obtiene una terna correcta. No avanza más.	<i>II.1</i>	1
Obtiene más de una terna y explicita de algún modo que hay varias posibilidades de solución. No avanza más.	<i>II.2</i>	2
Obtiene varias ternas y expresa que no se puede concretar más porque hacen falta más datos numéricos de los que proporciona el problema.	<i>I0.3 (Impasse consciente)</i>	2
▪ Aceptar que “ <i>la suma coincide con el número de la casa de enfrente</i> ” y “ <i>aún me falta un dato</i> ” deben aportar algún tipo de información útil.	(Intenta superar el <i>impasse</i>)	
Realiza las sumas de las ternas obtenidas. No expresa nada pertinente sobre los resultados de las sumas.	<i>I2.1</i>	3
Realiza las sumas de varias ternas y explicita que casi todas producen un valor distinto.	<i>I2.2</i>	4
Determina que la solución debe ser una de las 2 ternas con la misma suma (1,6,6) o (2,9,9)	<i>I2.3/I7</i>	5
▪ Rechaza (1,6,6) proponiendo (2,2,9) como solución porque hay una hija mayor y no dos gemelas mayores.	<i>I9-III</i>	5

Fuente: Elaboración propia.

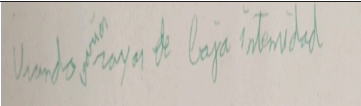
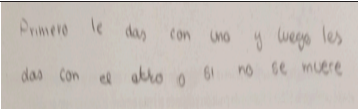
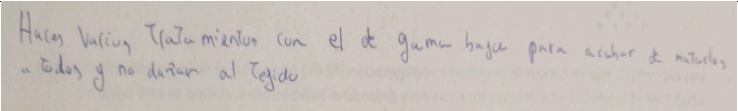
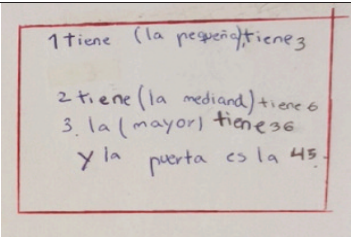
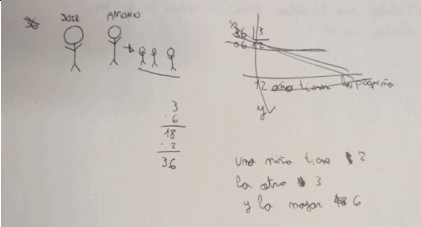
Desempeño del alumnado

Los estudiantes de Secundaria mostraron en general dificultades notables para resolver con cierto éxito los problemas insight seleccionados en un tiempo típico de las actividades de aula.

La Figura 1 muestra ejemplos reales del alumnado con diferentes niveles de avance en la resolución en cada curso.

**RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INSIGHT:
PROPUESTA DE UN MÉTODO ANALÍTICO ÚTIL PARA LA ENSEÑANZA**

Figura 1. Ejemplos de intentos de resolución del alumnado de Secundaria participante

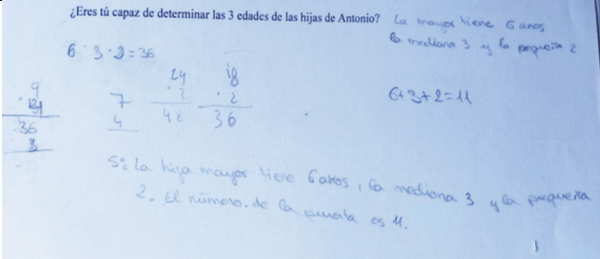
Curso	Tumor	
8°	 <p>“Usando rayos de baja intensidad”</p>	 <p>“Primero le das con uno y luego les das con el otro o si no se muere”</p>
11°	 <p>“Haces varios tratamientos con el de gama baja para acabar de matarlos a todos y no dar al tejido”</p>	
Curso	Edades	
8°		<p>“1 tiene (la pequeña), tiene 3, 2 tiene (la mediana) tiene 6 3 la (mayor) tiene 36 y la puerta es la 45”</p>
11°		<p>“Una niña tiene 2, la otra 3 y la mayor 6”</p>

Fuente: Elaboración propia.

Una parte de resolutores pudo plantearse ir más allá del impasse característico creado por una idea-obstáculo específica de cada problema (el dilema entre matar el tumor y matar el tejido sano en el problema del tumor, y la falta de datos numéricos para determinar las 3 edades en el otro problema). La Figura 2 muestra algunos ejemplos:

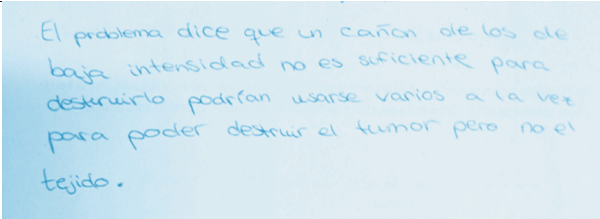
Figura 2. Ejemplos de resoluciones que intentaron superar la idea-obstáculo característica de los problemas insight seleccionados

8º



“S: La hija mayor tiene 6 años, la mediana 3 y la pequeña 2. El número de la puerta es 11”

11º



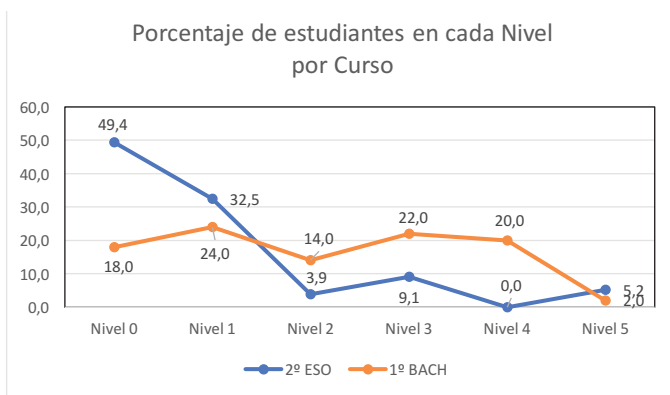
“El problema dice que un cañón de los de baja intensidad no se suficiente para destruirlo podrían usarse varios a la vez para poder destruir el tumor pero no el tejido.”

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de las resoluciones

La Figura 3 recoge en cada curso las distribuciones de niveles de desempeño en los problemas, evaluados a partir de las rúbricas.

Figura 3. Porcentaje de estudiantes en cada curso cuyas resoluciones avanzaron hasta diferentes niveles de las rúbricas



Fuente: Elaboración propia.

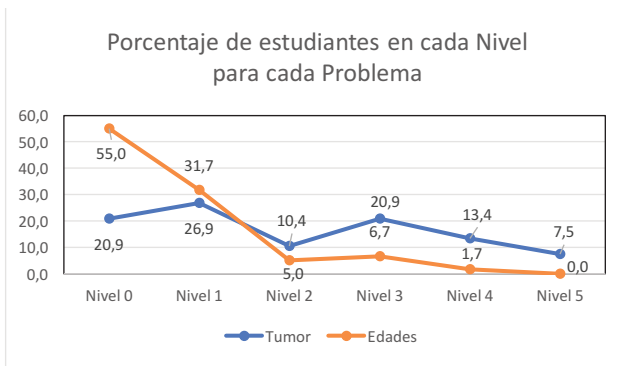
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INSIGHT: PROPUESTA DE UN MÉTODO ANALÍTICO ÚTIL PARA LA ENSEÑANZA

Dado que los niveles de las rúbricas constituyen una variable ordinal, se computó un análisis no paramétrico U de Mann-Whitney para estudiar diferencias entre cursos. El resultado indica que, en efecto, las diferencias son significativas ($U = 1052.0$; $p < .001$).

Un porcentaje global grande de participantes, 74.0%, no consiguió superar la idea-obstáculo inherente a los problemas planteados, mediante la descomposición de unidades o la relajación de restricciones. Sin embargo, hubo claras diferencias entre cursos: en 2ºESO este porcentaje llegó al 85.7%, mientras que en 1ºBachillerato fue del 56.0%, significativamente menor ($\chi^2(1) = 10.93$; $p = .001$).

Como información complementaria, el problema de las Edades resultó más difícil (mediana= 1) que el del Tumor (mediana= 2). Las diferencias fueron significativas ($U = 1016.0$; $p < .001$). La Figura 4 muestra los resultados para ambos cursos conjuntamente.

Figura 4. Porcentaje de estudiantes en cada problema cuyas resoluciones avanzaron hasta diferentes niveles de las rúbricas.



Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Dado que una instrucción deliberada por parte del profesorado anularía el carácter creativo de una tarea, solo los procedimientos analíticos pueden ser enseñados deliberadamente; los creativos y de pensamiento divergente solamente pueden ser facilitados o estimulados. Los métodos analíticos se aceptan desde siempre como preponderantes para enseñar a resolver problemas (Robbins, 2011), incluso los abiertos o indefinidos (Jonassen, 2011; Koehler y Vilarinho-Pereira, 2023; Labra et al., 2005), pero solo recientemente se ha admitido su valor en problemas considerados más creativos, como los insight. Fleck y Weisberg (2013), y Weisberg (2015), entre otros autores, han discutido la importancia de considerar métodos analíticos en la resolución de problemas insight, además de los puramente creativos (no analíticos).

Este estudio mostró cómo elaborar una resolución analítica de cada problema insight basada en completar el espacio del problema mediante elaboración de inferencias y de relaciones lógicas entre ideas (textuales e inferenciales). La generación de inferencias es una de las destrezas que diferencia expertos de novatos a la hora de comprender y resolver problemas, es decir, de elaborar representaciones mentales adecuadas de la información suministrada que les permitan: a) activar conocimiento apropiado; b) avanzar por el espacio del problema (Maries y Singh, 2023; Sternberg, 1998). Obstáculos en la elaboración de inferencias impiden la resolución de problemas complejos y, al contrario, la simplificación de problemas complejos en otros más simples se asocia con facilitar la elaboración de inferencias (Maisto et al., 2015). Se ha sugerido también que mejorar la capacidad para resolver problemas en el alumnado debería incluir actividades para mejorar la elaboración de inferencias y el desarrollo del razonamiento lógico (Can, 2020).

Los análisis de los problemas han permitido determinar de un modo lógico el origen y naturaleza de los estados de impasse, bloqueo o inconsistencia, a partir de razonamientos que involucran siempre alguna idea innecesaria o errónea concreta. Al explicitar, en forma de diferentes ideas unidad, el contenido semántico de la representación mental construida, también facilitan la reestructuración focalizando la idea o ideas que crean el bloqueo. La iluminación creativa queda, entonces, reservada al acto de determinar la(s) idea(s) que deben ser retiradas o modificadas (relajando una restricción autoimpuesta, por ejemplo) para superar el estado de bloqueo o de inconsistencia típico de los problemas insight. Este acto de iluminación, que sigue presente en estos análisis, aunque delimitado, hace de los problemas insight retos interesantes para el desarrollo del pensamiento creativo divergente, pero también convergente. De hecho, ambos tipos de pensamiento se implican e interaccionan en tareas de resolución de problemas creativos (Brophy, 2001) en los que se ha demostrado que el pensamiento convergente tiene un papel preponderante en los estudiantes, complementado y compensado por el pensamiento divergente (Vink et al, 2022). Por otro lado, la necesidad de reconceptualizar el problema insight permite el desarrollo de la flexibilidad cognitiva (Cañas et al., 2006) en el alumnado. El método empleado, consistente en pedir a expertos resolutores que expliciten todas las ideas que vienen a la mente al abordar los problemas (con el tiempo que necesiten), parece eficaz para determinar el conjunto mínimo de inferencias y relaciones lógicas necesarias. Esto satisface el objetivo O1.

Las rúbricas elaboradas a partir de estas resoluciones analíticas, que aún necesitan mayor soporte empírico para su validación, trataron de atender el objetivo O2. El método utilizado para definir sus niveles de logro en la tarea de resolver un problema insight se basa en las resoluciones analíticas realizadas y consensuadas por expertos, y podría ser replicado, a diferencia de la mayoría de procedimientos usados en la práctica para ello (Dawson, 2017; Marin-García, 2015). La ventaja de estas rúbricas es que sus niveles se corresponden con la capacidad para realizar diferentes procedimientos mentales inferenciales y lógicos, que permiten avanzar efectivamente por el espacio del problema, determinar los obstáculos como una relación de ideas, y superarlos modificando alguna de ellas. De este modo, las rúbricas permiten al profesorado determinar mejor las dificultades individuales de su alumnado y usarlas como instrumentos de aprendizaje y no solo de evaluación sumativa (Cockett y Jackson, 2018; Panadero y Jonsson, 2013; Stevens y Levi, 2023).

Las evaluaciones de las resoluciones usando las rúbricas (objetivos O3 y O4) mostraron resultados de éxito bajos con la mediana global situada en el valor 1. El 66,1% de las resoluciones se situaron en niveles 0 o 1, correspondientes a no avanzar nada o a dar solo un primer paso inicial que implica la comprensión de las ideas del enunciado; 22,1% en niveles 2 o 3, en donde se ha realizado un avance observable y con cierto mérito en el caso del nivel 3; y solamente 11,8% de ellas en los niveles altos, 4 o 5. Es decir, a pesar de las dificultades del alumnado de secundaria para resolver correctamente los problemas insight en el tiempo típico de una clase, una fracción del mismo puede superar las limitaciones en forma de descomposición de unidades y/o de relajación de limitaciones autoimpuestas. Estos resultados son coherentes con los reportados por Moss et al., (2006) quienes observaron que solo una pequeña fracción de los participantes logró superar el impasse mediante la reorganización de las partes del problema. Esta necesidad de reorganizar la información de un problema, mediante descomposición de unidades en otras manejables o relajando ciertas restricciones, fue reportada por Strickland et al., (2022) y mucho antes, por Knoblich et al., (1999).

Hubo diferencias significativas entre cursos. En 2º de ESO, 49.4% de los participantes no hizo ningún avance en la resolución de los problemas, mientras que en 1º de Bachillerato esta cifra se redujo significativamente al 18.0%. En los niveles bajos de avance considerados conjuntamente, nivel 1 y nivel 2, los porcentajes de estudiantes son similares en ambos cursos, 36.4% y 38.0% respectivamente, pero en los niveles superiores agrupados (niveles 3, 4 y 5) el porcentaje de estudiantes de 1ºBachillerato, 44.0% es claramente superior al de estudiantes de 2ºESO, 14.3%. Estas diferencias sugieren que la capacidad para resolver problemas insight mejora con la educación y la experiencia, y que los estudiantes de cursos avanzados tienen habilidades más desarrolladas para enfrentar estos desafíos con ayuda del profesorado. En el estudio desarrollado por Harada (2024) una

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INSIGHT: PROPUESTA DE UN MÉTODO ANALÍTICO ÚTIL PARA LA ENSEÑANZA

mayor experiencia en resolver problemas se asoció con un mejor rendimiento en tareas de insight, indicando que los estudiantes que han pasado por más formación son más capaces de manejar estos desafíos. Zhang et al., (2024) demostraron que los estudiantes de secundaria que han recibido una formación más avanzada presentan una mayor capacidad para descomponer y recomponer unidades de información, una forma de reestructuración de los problemas.

Complementariamente, hubo diferencias entre problemas. Se esperaba que el problema de las Edades facilitara un cierto avance por el espacio del problema, ya que activa conocimientos que se imparten en las aulas (descomposición de factores; sumas...). Sin embargo, muchos estudiantes de la muestra (86.7%) abandonaron tempranamente en ambos cursos en este problema (94.6% en 2ºESO y 73.9% en 1ºBachillerato). Eso sugiere que el obstáculo característico del problema (dar solamente un dato numérico cuando se pide determinar tres incógnitas) fue percibido fácilmente por muchas personas, pero resultó insuperable. Solamente 8.3% de resolutores (una persona en 2ºESO y cuatro en 1ºBachillerato) fue capaz de superar el impasse creado por esta restricción innecesaria, impuesta a partir del saber escolar. Por comparación, en el problema del Tumor 41.8% de resolutores (25.0% en 2ºESO y 66.7% en 1ºBachillerato) fue capaz de superar el obstáculo característico del problema, a pesar de que se trata de un saber no trabajado en sus aulas.

Limitaciones

El presente estudio tiene carácter exploratorio y presenta limitaciones evidentes. En primer lugar, se seleccionaron solo dos problemas entre los muchos conocidos en la literatura especializada. En segundo lugar, los expertos participantes no fueron seleccionados por un procedimiento estandarizado. El alumnado participante fue seleccionado por su accesibilidad y es una muestra de conveniencia, a pesar de no presentar rasgos diferenciales con el resto de la población de secundaria. Finalmente, las rúbricas propuestas en este trabajo tienen carácter tentativo, y requieren validación antes de poder ser consideradas aptas para su uso profesional.

Declaración de financiación

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ash, I. K., Cushen, P. J., y Wiley, J. (2009). Obstacles in investigating the role of restructuring in insightful problem solving. *The Journal of Problem Solving*, 2(2). <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1056>
- Ash, I.K., Jee, B.D. y Wiley, J. (2012). Investigating insight as Sudden Learning. *The Journal of Problem Solving*, 4(2), 1-27. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1123>
- Brophy, D. R. (2001). Comparing the attributes, activities, and performance of divergent, convergent, and combination thinkers. *Creativity Research Journal*, 13, 439–455. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1334_20
- Can, D. (2020). The mediator effect of reading comprehension in the relationship between logical reasoning and word problem solving. *Participatory Educational Research*, 7(3), 230-246. <https://doi.org/10.17275/per.20.44.7.3>
- Cañas, J. J., Fajardo, I., y Salmeron, L. (2006). Cognitive flexibility. *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 1(3), 297-301. <https://doi.org/10.13140/2.1.4439.6326>
- Chowdhury, F. (2019). Application of rubrics in the classroom: A vital tool for improvement in assessment, feedback and learning. *International education studies*, 12(1), 61-68. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n1p61>
- Chu, Y. y MacGregor, J.N. (2011). Human performance on insight problem solving: A review. *The Journal of Problem Solving*, 3(2), 119-150. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1094>
- Cockett, A. y Jackson, C. (2018). The use of assessment rubrics to enhance feedback in higher education: An integrative literature review. *Nurse education today*, 69, 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.06.022>

- Danek, A.H. y Wiley, J. (2017). What about False Insights? Deconstructing the Aha! Experience along Its Multiple Dimensions for Correct and Incorrect Solutions Separately. *Frontiers in Psychology-Cognitive Science*, 7, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.02077>
- Dawson, P. (2017). Assessment rubrics: towards clearer and more replicable design, research and practice. *Assessment y Evaluation in Higher Education*, 42(3), 347-360. <https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1111294>
- del Águila Ríos, Y., Capelo, M. R. T. F., Varela, J. M. C., Antequera, J. G. y Barroso, J. A. A. (2019). Creatividad y tecnologías emergentes en educación. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(1), 527-534. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n1.v3.1529>
- Dow, G.T. y 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>
- Elleman, A. M. (2017). Examining the impact of inference instruction on the literal and inferential comprehension of skilled and less skilled readers: A meta-analytic review. *Journal of Educational Psychology*, 109(6), 761-781. <https://doi.org/10.1037/edu0000180>
- Fleck, J. I. y Weisberg, R. W. (2013). Insight versus analysis: Evidence for diverse methods in problem solving. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(4), 436-463. <http://dx.doi.org/10.1080/20445911.2013.779248>
- Haavold, P. Ø. y Sriraman, B. (2022). Creativity in problem solving: integrating two different views of insight. *ZDM—Mathematics Education*, 54(1), 83-96. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01304-8>
- Harada, T. (2024). Q-learning model of insight problem solving and the effects of learning traits on creativity. *Frontiers in Psychology*, 14, 1287624. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1287624>
- Horanska, T., Bakumenko, T., Polishchuk, V., Atamanchuk, I. y Turchyn, T. (2022). Development of Students' Verbal and Logical Thinking in the Course of Research Work. *Journal of Curriculum and Teaching*, 11(1); 185-194. Special Issue. <https://doi.org/10.5430/jct.v11n1p185>
- Jonassen, D. H. (2011). Supporting problem solving in PBL. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(2), 95-119. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1256>
- Kasirer, A. y Shnitzer-Meirovich, S. (2021). The perception of creativity and creative abilities among general education and special education teachers. *Thinking Skills and Creativity*, 40, 100820. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100820>
- Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H. y Rhenius, D. (1999). Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 25(6), 1534. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.25.6.1534>
- Labra, C. B., Pérez, D. G., Guisasola, J. y Torregrosa, J. M. (2005). ¿Podemos mejorar la enseñanza de la resolución de problemas de lápiz y papel en las aulas de Física y Química? *Educación química*, 16(2), 230-245.
- Leikin, R. y Levav-Waynberg, A. (2020). Exploring creativity in mathematical problem solving and problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 103(3), 339-356. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09920-2>
- MacGregor, J. N., Ormerod, T. C. y Chronicle, E. P. (2001). Information processing and insight: A process model of performance on the nine-dot and related problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(1), 176-201. <https://doi.org/10.1037//0278-7393.27.1.176>
- Maisto, D., Donnarumma, F. y Pezzulo, G. (2015). Divide et impera: subgoalting reduces the complexity of probabilistic inference and problem solving. *Journal of the Royal Society Interface*, 12(104), 20141335. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2014.1335>
- Manalo, E. y Kapur, M. (2018). The role of failure in promoting thinking skills and creativity: New findings and insights about how failure can be beneficial for learning. *Thinking Skills and Creativity*, 30, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.06.001>
- Maries, A. y Singh, C. (2023). Helping students become proficient problem solvers Part I: A brief review. *Education Sciences*, 13(2), 156. <https://doi.org/10.3390/educsci13020156>

**RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INSIGHT:
PROPUESTA DE UN MÉTODO ANALÍTICO ÚTIL PARA LA ENSEÑANZA**

- Marín-García, J. A. (2015). ¿Qué sabemos sobre el uso de rúbricas en la evaluación de asignaturas universitarias? *Intangible Capital*, 11(1), 118-145. <http://dx.doi.org/10.3926/ic.538>
- McDonald, A., Morrison, T.G., Wilcox, B. y Billen; M.T. (2021) Improving Children's Reading Comprehension by Teaching Inferences. *Reading Psychology*, 42(3), 264-280. <https://doi.org/10.1080/02702711.2021.1888351>
- Moss, J., Kotovsky, K. y Cagan, J. (2006). The Role of Functionality in the Mental Representations of Engineering Students: Some Differences in the Early Stages of Expertise. *Cognitive Science*, 30(6593). https://doi.org/10.1207/s15516709cog0000_45
- Oakhill, J., Cain, K. y McCarthy, D. (2015). Inference processing in children: The contribution of depth and breadth of vocabulary knowledge. In E. J. O'Brien, A. E. Cook, y R. F. Lorch (Eds.), *Inferences during reading* (pp. 140–159). Cambridge University Press.
- OECD (2023). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- Ohlsson, S. (2011). Deep learning: How the mind overrides experience. Cambridge University Press d Individual Differences, 139, 241-246. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.11.023>
- Öztürk, M., Sarıkaya, . y Ada Yıldız, K. (2024). Middle school students' problem solving performance: Identifying the factors that influence it. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(6), 1363-1379. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10423-5>
- Panadero, E. y Jonsson, A. (2013). The use of scoring rubrics for formative assessment purposes revisited: A review. *Educational research review*, 9, 129-144. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.002>
- Robbins, J. K. (2011). Problem solving, reasoning, and analytical thinking in a classroom environment. *The Behavior Analyst Today*, 12(1), 41–48. <https://doi.org/10.1037/h0100710>
- Rubenstein, L. D., McCoach, D. B. y Siegle, D. (2013). Teaching for creativity scales: An instrument to examine teachers' perceptions of factors that allow for the teaching of creativity. *Creativity Research Journal*, 25, 324-334. <https://doi.org/10.1080/10400419.2013.813807>
- Seif, A. A. (2023). Use of logic for improving the higher-order thinking skills of student teachers. *European Journal of Interactive Multimedia and Education*, 4(2). <https://doi.org/10.30935/ejimed/13393>
- Skaar, Ø. O. y Reber, R. (2021). Motivation through insight: the phenomenological correlates of insight and spatial ability tasks. *Journal of Cognitive Psychology*, 33(6-7), 631-643. <https://doi.org/10.1080/20445911.2020.1844721>
- Sternberg, R.J. (1998). Metacognition, abilities, and developing expertise: What makes an expert student? *Instructional Science*, 26, 127–140. <https://doi.org/10.1023/A:1003096215103>
- Stevens, D.D. y Levi, A.J. (2023). *Introduction to Rubrics: An Assessment Tool to Save Grading Time, Convey Effective Feedback, and Promote Student Learning* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003445432>
- Strickland, T., Wiley, J. y Ohlsson, S. (2022). Hints and the Aha-Accuracy Effect in Insight Problem Solving. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 44. <https://escholarship.org/uc/item/638489j1>
- UNESCO (2022). *Reshaping policies for creativity: Addressing culture as a global public Good*. UNESCO.
- Van den Broek, P. (2012). The causal inference maker: Towards a process model of inference generation in text comprehension. In *Comprehension processes in Reading*, 423-446. Routledge.
- Van den Broek, P., Beker, K. y Oudega, M. (2015). Inference generation in text comprehension: Automatic and strategic processes in the construction of a mental representation. *Inferences during reading*, 94-121. Cambridge University Press.
- Vink, I. C., Willemsen, R. H., Lazonder, A. W. y Kroesbergen, E. H. (2022). Creativity in mathematics performance: The role of divergent and convergent thinking. *British Journal of Educational Psychology*, 92(2), 484-501. <https://doi.org/10.1111/bjep.12459>
- Wallas, G. (1926). *The Art of Thought*. Franklin Watts
- Weisberg, R.W. (2015). Toward an integrated theory of insight in problem solving. *Thinking and Reasoning*, 21(1), 5-39. <https://doi.org/10.1080/13546783.2014.886625>

- Zhang, Z., Li, Y., Zeng, Y., Deng, J., Xing, Q. y Luo, J. (2024). The involvement of decomposition and composition processes in restructuring during problem solving. *Consciousness and Cognition*, 121 (103685). <https://doi.org/10.1016/j.concog.2024.103685>
- Zhu, W., Shang, S., Jiang, W., Pei, M. y Su, Y. (2019). Convergent thinking moderates the relationship between divergent thinking and scientific creativity. *Creativity Research Journal*, 31(3), 320-328. <https://doi.org/10.1080/10400419.2019.1641685>

