



El desempeño de maestros en la resolución de un acertijo geométrico con cerillos: La presencia del pensamiento creativo y la ausencia del pensamiento crítico

Gregorio Rogelio Cruz Reyes^a, Josip Slisko Ignjatov^b, José Antonio Juárez López^c

^{a, b, c}Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Avenida San Claudio y 18 Sur, Col. Jardines de San Manuel, 72590, Puebla, México

ARTICLE INFO

Received: 03 September 2025

Accepted: 29 October 2025

Available on-line: 30 November 2025

Keywords: Educación Matemática, Pensamiento Crítico, Pensamiento creativo.

E-mail addresses:

gregorio.cruzi@correo.buap.mx

jslisko@cfm.buap.mx

jajul@cfm.buap.mx

ISSN 2007-9842

© 2025 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

Critical and creative thinking are regarded as essential components of twenty first century skills. For students of mathematics and other subjects, at all educational levels, to acquire these skills it is indispensable that teachers master them and understand how they can be implemented in classroom activities, homework, and examinations. One possible approach is the use of mathematical puzzles. This study explored the performance of 31 teachers working in special education in solving a popular geometric matchstick puzzle published by Sophus Tromholt in 1889. The motivation for this inquiry lies in the fact that Tromholt and several later puzzlebook authors published only one solution and overlooked four additional ones. Seven teachers also found only a single solution. However, five teachers demonstrated greater visual creativity by identifying three, four, or even five solutions. A notable absence of critical thinking was detected in the incorrect responses. The conclusions discuss the educational implications of these findings.

Los pensamientos crítico y creativo se consideran partes importantes de las habilidades del siglo XXI. Para que los estudiantes de matemáticas y otras asignaturas, en todos los niveles educativos, adquieran tales habilidades es indispensable que los maestros las dominen y que sepan de qué manera se pueden implementar en las actividades en aula, las tareas y los exámenes. Una de las maneras posibles es usar los acertijos matemáticos. En este estudio se exploró el desempeño de 31 maestros que laboran en educación especial, en la resolución de un popular acertijo geométrico con cerillos publicado por Sophus Tromholt en 1889. La razón es el hecho que Tromholt y varios posteriores autores de libros sobre acertijos publicaron solamente una solución y omitieron cuatro soluciones adicionales. Siete maestros encontraron, también, solamente una solución. Sin embargo, cinco maestros mostraron una mayor creatividad visual al encontrar tres, cuatro o cinco soluciones. En las respuestas incorrectas se detectó una notable ausencia del pensamiento crítico. En las conclusiones se presentan las implicaciones didácticas de estos resultados.

I. INTRODUCCIÓN

Por largo tiempo, tanto el pensamiento crítico como el pensamiento creativo ha sido investigado con estudiantes de diversos niveles educativos. En contraste, se ha indagado relativamente poco con profesores en formación y en servicio (Bibi & Hanif, 2023). Desde la década de los noventa, se comenzó a señalar la enorme importancia del desarrollo del pensamiento crítico en la formación de profesores. De esta manera, el desarrollo del pensamiento crítico se ha reconocido

e incorporado en diversas agendas de investigación (Hager & Kaye, 1992). En este sentido, es interesante notar que, desde la perspectiva de estos autores, hay diversas razones por las que cualquier individuo debería poseer un pensamiento crítico. De esa forma, describen algunas de esas razones como sigue:

- i) Las personas estarán mejor equipadas para competir efectivamente por oportunidades educativas, empleos, reconocimientos y recompensas en nuestra sociedad.
- ii) El pensamiento crítico es un requisito para buenos ciudadanos, por ejemplo, se ha sugerido que no puede haber libertad para una comunidad que carece de habilidades críticas para distinguir la mentira de la verdad.
- iii) La habilidad para pensar bien contribuye al bienestar psicológico de una persona; para los buenos pensadores es más probable que sean personas bien adaptadas que los que no son buenos pensadores.
- iv) Nosotros no podemos permitir para nuestros estudiantes/trabajadores no sean pensadores críticos. Nuestra civilización enfrenta varios problemas complejos y amenazantes. Nosotros ahora somos bastante inteligentes para destruirnos como especie, y, a menos que aprendamos a ser mejores pensadores en un sentido amplio, bien podríamos hacerlo.
- v) Pensar está en el corazón de lo que significa ser humano, así que no desarrollar el potencial de pensamiento es impedir la plena expresión de tu humanidad.
- vi) El pensamiento crítico es cada vez más necesario para desempeñarse efectivamente en el lugar de trabajo.

(Hager & Kaye, 1992; p. 27)

No obstante lo anterior, los estudios realizados recientemente sobre este tipo de pensamiento, en particular con docentes de matemáticas y ciencias naturales, revelan una gran dispersión, tanto en los enfoques teóricos adoptados, las metodologías utilizadas, el tipo de docentes (en formación o en servicio), así como en el tipo de contextos en los que se intenta estudiarlo (Bibi & Hanif, 2023; Putri et al, 2025; Siahaan & Dasari, 2025). Por ejemplo, la investigación de Bibi y Hanif (2023) explora el conocimiento crítico de formadores de docentes en Pakistán. En dicho estudio se encontró que la mayoría de los formadores de docentes carecen de conocimiento sobre el pensamiento crítico, lo que, según las autoras, podría poner en riesgo el pensamiento crítico de los futuros docentes Pakistaníes. Por otro lado, el estudio realizado por Putri y colaboradores (2025) se enfoca en la manera como contribuyen las habilidades de pensamiento crítico de profesores de matemáticas en formación en la capacidad para resolver problemas matemáticos. En esta investigación se adoptó la Teoría Fundamentada y se encontró que los 19 participantes reconocieron la aplicación de al menos dos habilidades de pensamiento crítico en el proceso de resolución de problemas matemáticos. En la misma línea de interés, el estudio de Siahaan y Dasari (2025) expone una revisión sistemática de literatura acerca del nivel de habilidad del pensamiento crítico en docentes de matemáticas en formación de Indonesia. Dicho trabajo revela que la mayoría de los artículos analizados adoptan un enfoque cuantitativo.

El desarrollo del pensamiento creativo en profesores, por otro lado, se ha venido estudiando desde la perspectiva del efecto producido en otras variables a través de intervenciones (Yuniarti et al, 2017) e incluso existen algunos estudios que señalan la conveniencia de utilizar la resolución de acertijos creativos para analizar el proceso de aprendizaje (Jelle, 2017). Adicionalmente, en otras investigaciones se busca examinar la relación del pensamiento creativo con las emociones que se despiertan durante un curso creativo (Vuichard, & Capron-Puozzo, 2024). En este estudio se reportó que los participantes, profesores que se encontraban estudiando una maestría en Suiza, manifestaron emociones positivas durante las actividades creativas, tales como entusiasmo y placer. En contraste con estos estudios, se ha identificado en ciertos estudios algunas limitaciones que impiden la comprensión del pensamiento creativo que tienen los profesores (Tapinos, 2016).

Por último, se identifican algunas investigaciones que abordan el pensamiento crítico y creativo como un conjunto (Fong & Bakar, 2023; Marangio et al, 2024; Murphy, Murphy, & Swain, 2025). El estudio de Fong y Bakar (2023) señala cómo, a través de un acercamiento tipo asesoría, el pensamiento crítico y creativo puede desarrollarse en una población de docentes. Otras investigaciones como la de Marangio et al. (2023) reportan resultados de un estudio

cualitativo en el que se tuvo como propósito desarrollar el pensamiento crítico y creativo en profesores en formación de ciencias.

En este estudio, se consideran los pensamientos creativo y crítico de un grupo de maestros al analizar su desempeño en la resolución de un popular acertijo geométrico con cerillos.

II. EL ACERTIJO DE TROMHOLT

El acertijo muy popular de Sophus Tromholt (Tromholt, 1889, p. 35, p. 111; Tromholt, 1890, p. 35, p. 115; Tromholt, 1892, p. 44, p. 137), que se usa en este estudio, muestra la presencia de dos sesgos cognitivos: “un acertijo – una solución” y “los cuadrados buscados tienen que ser iguales”

Su formulación y la solución fueron repetidos por muchos posteriores autores de libros con acertijos (Czepa, 1910, p. 16, p. 54; Lüders, 1919, p. 33; Paraquin, 1970, p. 3, p. 26; Orleans & Orleans, 1977, p. 13, p. 87; Clements, 2006, p. 39).

La (a) formulación, la configuración inicial de cerillos y (b) la única solución, dada por Tromholt y otros autores, están en la Figura 1.

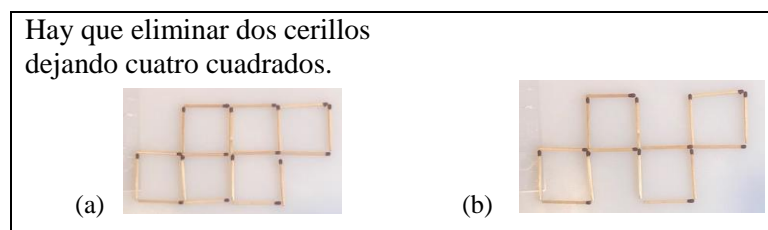


Figura 1. Formulación, configuración inicial de cerillos y la solución del acertijo de Tromholt (Fuente: elaboración propia).

La solución dada es la única para la restricción no mencionada de que los cuatro cuadrados deben ser del mismo tamaño.

Sin embargo, los solucionadores del acertijo, quienes escapan de los dos sesgos cognitivos mencionados, encontrarían que hay cuatro soluciones adicionales, visualmente diferentes, con un cuadrado 2×2 y tres cuadrados 1×1 .

Dos de los cuadrados 1×1 están fuera del cuadrado 2×2 y un cuadrado 1×1 está dentro del cuadrado 2×2 . Cada una de esas cuatro soluciones es fundamentalmente diferente de la solución con cuadrados iguales encontrada por Tromholt y posteriores autores de libros con acertijos. Cuatro soluciones adicionales con cuadrados desiguales están en la Figura 2.

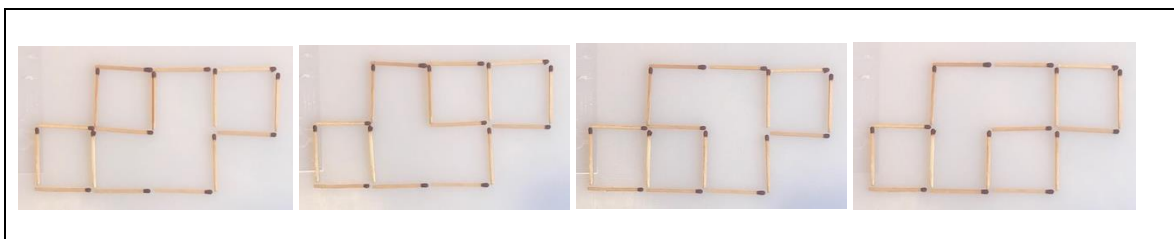


Figura 2. Cuatro soluciones adicionales para el acertijo de Tromholt (Fuente: elaboración propia).

III. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el desempeño de los docentes de la Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER) de Puebla al resolver el acertijo de Tromholt presentado?

¿Cómo logran los docentes identificar las cinco soluciones visualmente diferentes del acertijo y cómo se distribuye el éxito en la resolución de acuerdo con los tipos de respuesta?

¿Cuáles son los errores más comunes en la resolución del acertijo?

IV. METODOLOGÍA

Se aplicó el acertijo geométrico de Tromholt mediante el uso de cerillos a un grupo de 31 maestros de la USAER del Estado de Puebla, de los cuales 25 son mujeres y 3 hombres, y 3 no indicaron su sexo. Sus edades fluctúan entre los 38 y 62 años. La edad estuvo disponible para 29 casos, con media de 48.07 años, mediana de 48, mínimo 34 y máximo 62 años (Figura 3).

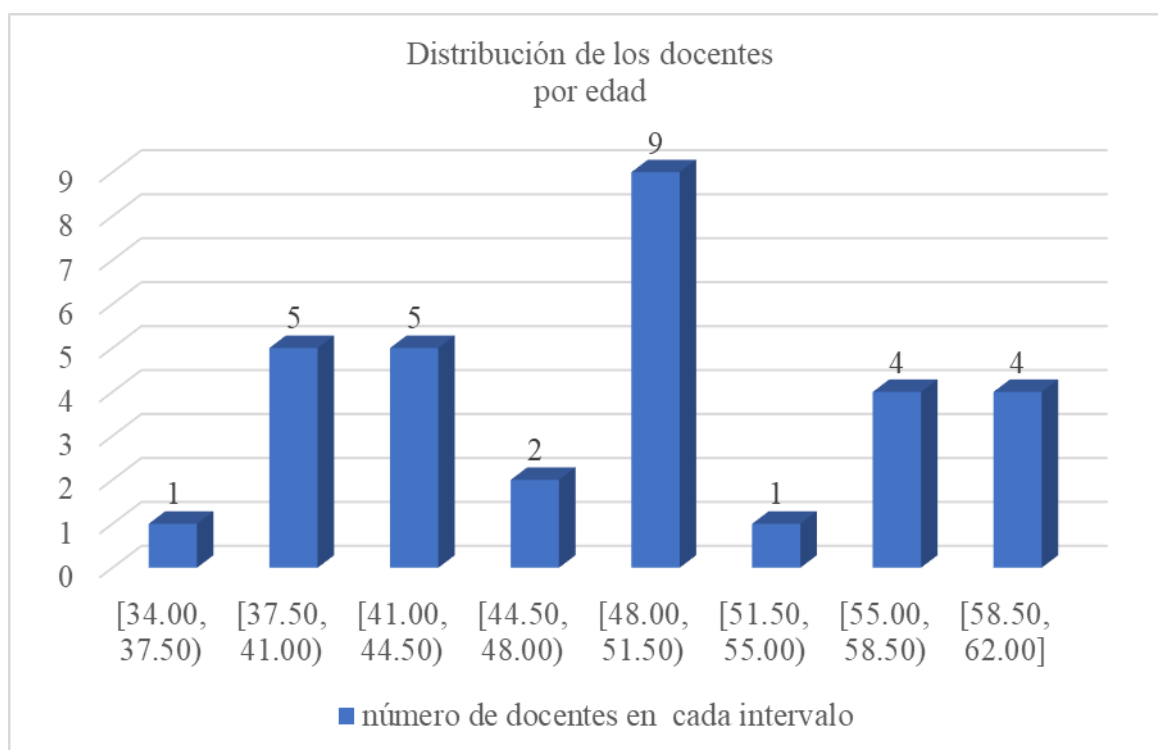


Figura 3. Configuración de la muestra por edades (Fuente: elaboración propia).

La aplicación del acertijo se realizó mediante la entrega de una hoja de trabajo de dos partes. En la primera parte se solicitaron los datos como licenciatura estudiada, su función en la SEP de Puebla y su edad. En la segunda parte se presentó el acertijo y se dieron las instrucciones de resolución, consistentes en encontrar 5 soluciones visualmente diferentes, retirando dos cerillos de la configuración para que queden 4 cuadrados. Se destacó que no deben quedar cerillos sin que sean parte de un cuadrado. En la hoja de trabajo, se colocaron 5 imágenes de la configuración inicial del acertijo para que los participantes marcaran con una "X" los cerillos que debían retirarse para resolverlo. El proceso de resolución tuvo un límite de tiempo de aproximadamente 15 minutos.

La estructura de la hoja de trabajo utilizada se presenta a continuación (Figura 4).

En cuanto a su función en la Secretaría de Educación Pública (SEP) de Puebla, mencionaron ser:

- a) Maestro o maestra de apoyo
- b) Psicóloga
- c) Directora, director.
- d) Docente de comunicación.

La mayor atención se enfocó en los resultados obtenidos que atienden a las variables *respuestas correctas al acertijo* y *respuestas incorrectas*.

VI. EFECTIVIDAD EN LA RESOLUCIÓN DEL ACERTIJO

El número total de respuestas correctas fue 29 frente a 126 de respuestas incorrectas. Doce docentes (38.7%) obtuvieron al menos una respuesta correcta, mientras que diecinueve (61.3%) no obtuvieron ninguna.

La distribución de respuestas correctas está dada en Tabla I y Figura 5.

Respuestas correctas	Una	dos	tres	cuatro	cinco
Número de docentes	7	0	1	1	3

Tabla I. Número de respuestas correctas por profesor (Fuente: elaboración propia).

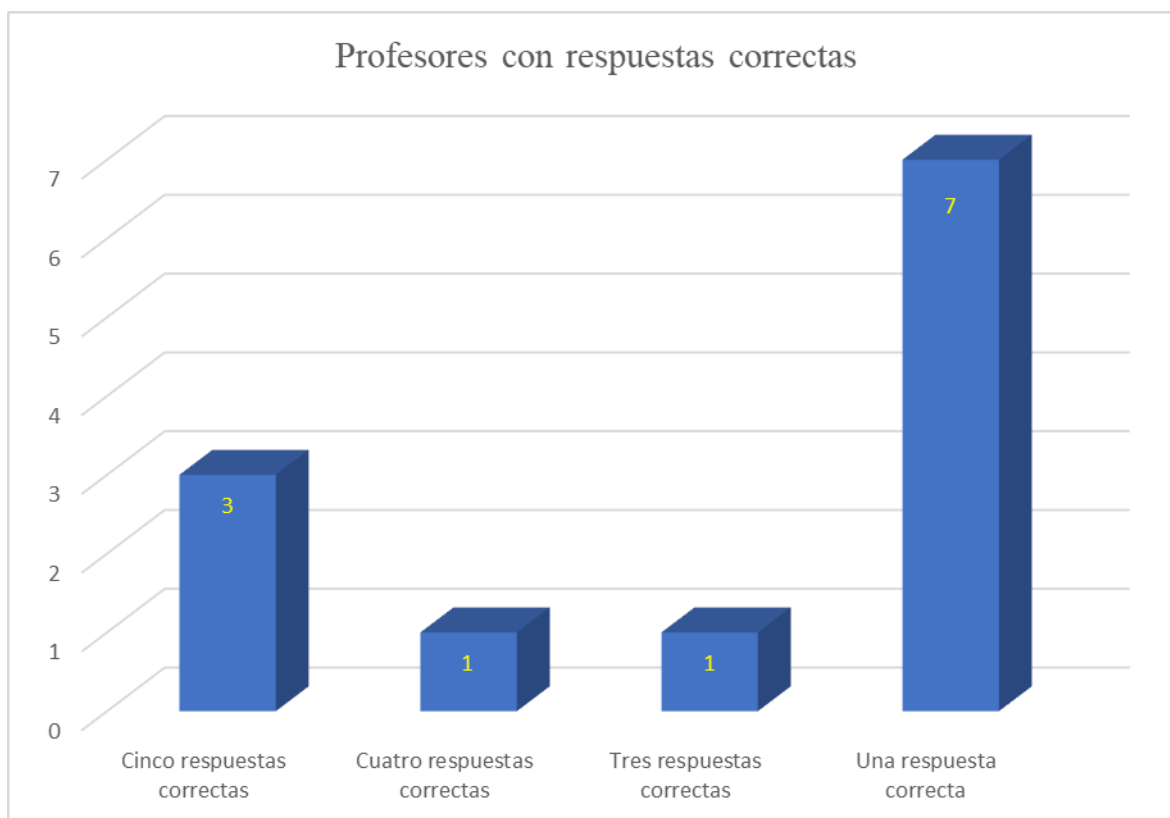


Figura 5. Número de profesores con respuestas correctas (Fuente: elaboración propia).

VII. DESEMPEÑO POR NÚMERO DE RESPUESTAS CORRECTAS, POR PROFESOR O PROFESORA

a) Quienes obtuvieron 5 respuestas correctas ($n = 3$)

Encuentran la solución histórica de Tromholt y 4 soluciones adicionales que involucran un cuadrado de 2 x 2 (Figura 6).

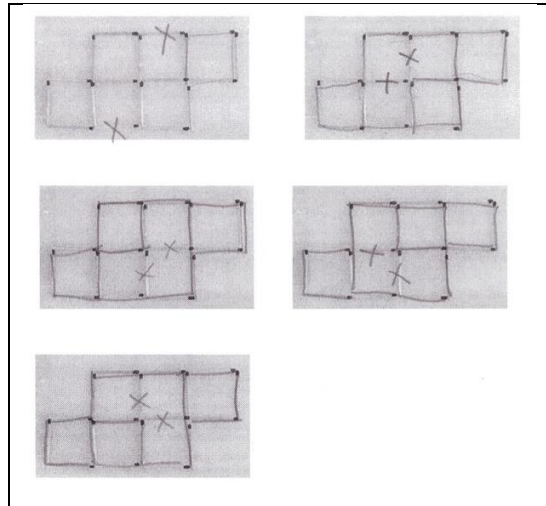


Figura 6. Ejemplo de acertijo con 5 soluciones. (Fuente: aplicación de prueba).

b) Quien obtuvo 4 respuestas correctas ($n = 1$)

No halló la solución histórica de Tromholt, pero sí 4 soluciones que contienen un cuadrado de 2 x 2. En el orden en el que resolvió el acertijo, no se identifica la presencia de un uso sistemático de patrón visual de rotación (Figura 7). Además, se nota una solución incorrecta con cinco cuadrados iguales.

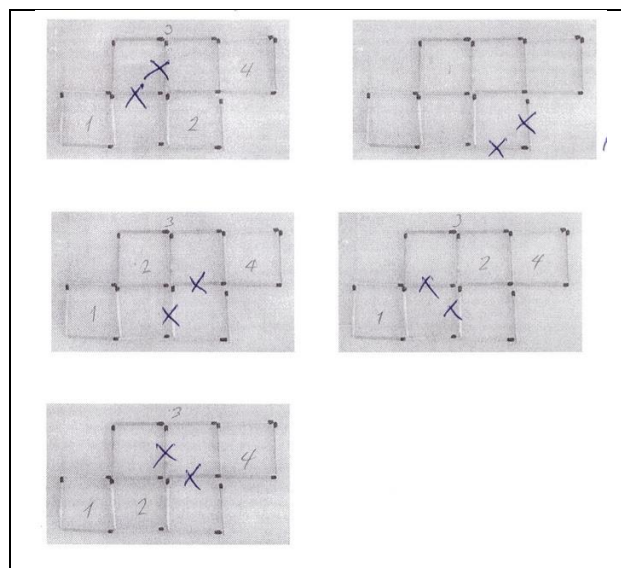


Figura 7. Cuatro soluciones correctas, no aparece la solución histórica. (Fuente: aplicación de prueba).

c) *Quien obtuvo 3 respuestas correctas (n = 1)*

No halló la solución histórica de Tromholt, pero sí 3 soluciones que contienen un cuadrado de 2 x 2. El orden en el que presenta sus soluciones sugiere el uso de un patrón de rotación, aunque no alcanza a completarlo (Figura 8). No se presentó ninguna respuesta incorrecta.

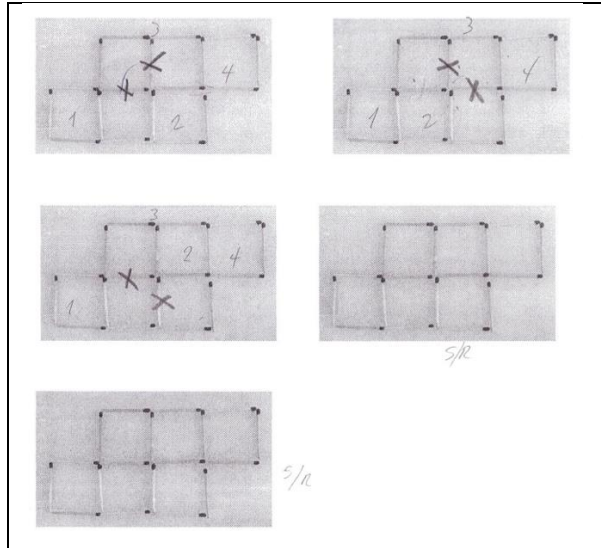


Figura 8. Tres soluciones, sin intentos fallidos, con dos espacios sin responder, no aparece la solución histórica. (Fuente: aplicación de prueba).

d) *No hubo casos de 2 respuestas correctas (n = 0).*

e) *Quienes obtuvieron 1 respuesta correcta (n = 7)*

Encontraron la solución histórica de Tromholt, pero ninguna de las posibles soluciones que contuvieran al cuadrado de 2 x 2.

Dos profesoras, exhibieron la solución histórica, sin mostrar ningún intento por encontrar las demás (Figura 9).

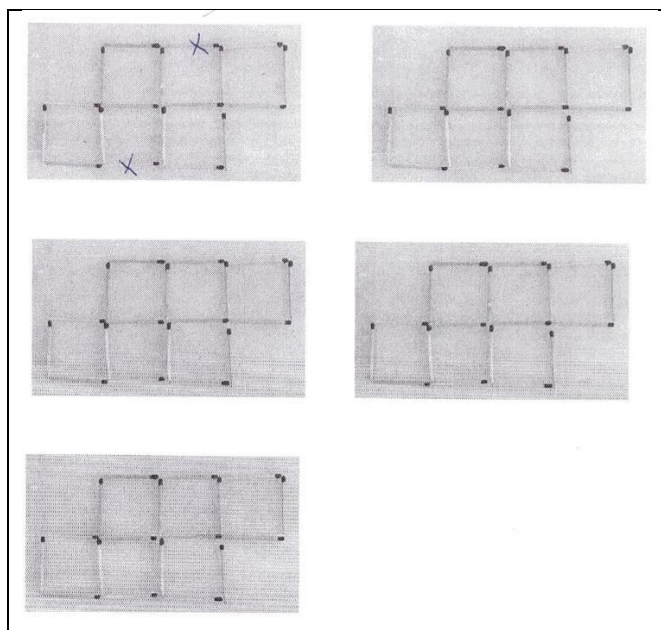


Figura 9. Solución histórica hallada sin intento de encontrar alguna solución adicional (Fuente: aplicación de prueba).

La distribución de respuestas incorrectas está dada en la Tabla II y la Figura 10.

Respuestas incorrectas	Sin respuesta alguna	Una	dos	tres	cuatro	cinco
Número de docentes	2	4	5	3	3	8

Tabla II. Número de respuestas incorrectas por profesor.

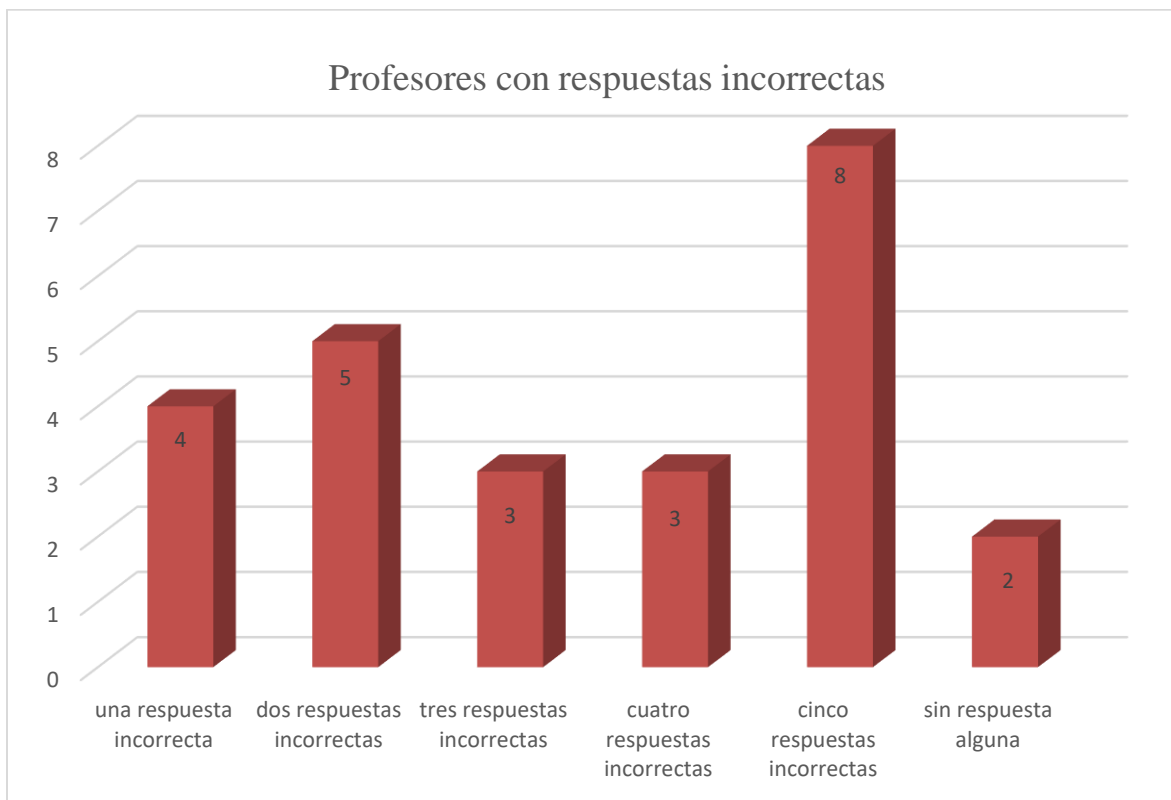


Figura 10. Número de profesores con respuestas incorrectas (Fuente: elaboración propia).

VII. CATEGORIZACIÓN DE LAS RESPUESTAS INCORRECTAS

Al considerar todas las hojas de trabajo, se observa el rompimiento de la consigna (*quitar dos cerillos, considerar rectángulos en lugar de cuadrados y no dejar cerillos sueltos*). Los casos son los siguientes:

Hay dos intentos donde solo se retiró un cerillo.

Hay 51 intentos de solución con cerillos sueltos.

Hay 16 intentos de solución usando solamente *rectángulos*.

Hay 13 intentos en que se combinaron cuadrados y rectángulos.

Se deduce que las y los profesores enfocaron su atención más en el dibujo que en las condiciones restrictivas de las soluciones del acertijo. En otras palabras, no analizaron críticamente si sus soluciones cumplen con las restricciones e hicieron cognitivamente el caso omiso de tales restricciones.

IX. HALLAZGOS POR PROFESORA O PROFESOR

a) *Quienes tuvieron 1 respuesta incorrecta (n = 4)*

Uno de los docentes exhibe una respuesta con 5 cuadrados, sin dejar cerillos sueltos.

Dos profesoras exhiben respuesta con 4 cuadrados, pero dejan cerillos sueltos.

Una de ellas responde con rectángulos.

b) *Quienes tuvieron dos respuestas incorrectas (n = 5)*

Una profesora responde con 5 cuadrados

2 profesoras responden con cerillos sueltos

1 profesora responde con rectángulos

c) *Quienes tuvieron tres respuestas incorrectas (n = 3)*

Los 3 docentes responden con cerillos sueltos.

d) *Quienes tuvieron cuatro respuestas incorrectas (n = 3)*

Una profesora responde con cerillos sueltos.

Una profesora responde 2 con 5 cuadrados y 2 retirando solo un cerillo.

Una profesora responde solamente con rectángulos.

e) *Quienes tuvieron cinco respuestas incorrectas (n = 8)*

Cinco profesoras respondieron con cerillos sueltos.

Una profesora utilizó en una respuesta 5 cuadrados y en las demás utilizó rectángulos.

Dos profesoras usaron por separado en sus respuestas cerillos sueltos y rectángulos.

Se presenta un ejemplo de cada tipo de respuestas incorrectas clasificadas:

Cinco cuadrados (Figura 11);

Cuadrados y rectángulos (Figura 12)

Cerillos sueltos (Figura 13).

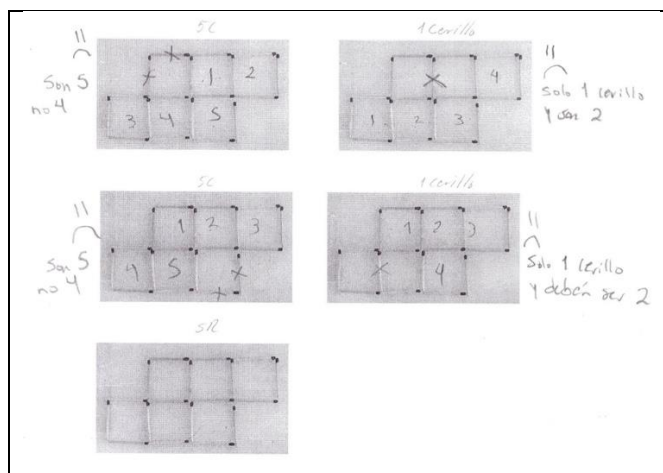


Figura 11. Respuesta incorrecta, que incluye presentación de 5 cuadrados y extracción de solo un cerillo. No se observan cerillos sueltos (Fuente: aplicación de prueba).

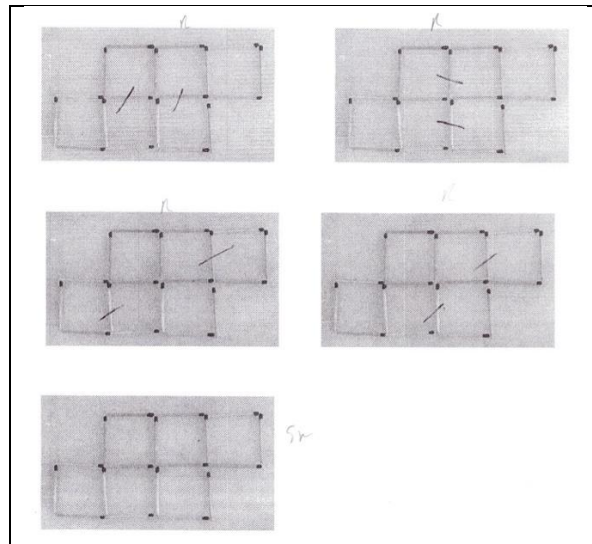


Figura 12. Solución incorrecta que incluye cuadrados y rectángulos (Fuente: aplicación de prueba).

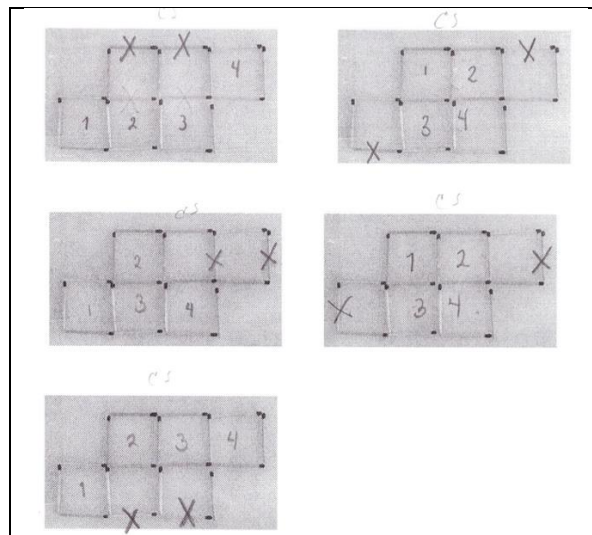


Figura 13. Respuesta incorrecta con cerillos sueltos (Fuente: aplicación de prueba).

X. INTERPRETACIÓN

Es muy destacable en los resultados que varios docentes lograron encontrar configuraciones de solución que no aparecen documentadas en la literatura especializada desde la publicación original de Tromholt en 1889. Este hecho es de especial relevancia porque revela no solo la capacidad de los participantes para encontrar, sin conocerla, la solución publicada, sino para generar estructuras espaciales nuevas, en particular aquellas que incorporan el cuadrado de 2×2 , las cuales no suelen emerger de estrategias de conteo intuitivo ni de aproximaciones locales. Tales configuraciones exigen un salto cualitativo de visualización, en el que el participante deja de analizar los cuadrados simples (1×1) como unidades aisladas y comienza a percibir patrones globales de simetría y rotación e interdependencia geométrica, propios de una inteligencia visual más sofisticada.

La emergencia espontánea de estas soluciones inéditas constituye evidencia empírica de creatividad matemática visual, entendida como la capacidad para reorganizar mentalmente un conjunto limitado de elementos (en este caso,

cerillos) para producir representaciones estructurales no triviales y, además, funcionalmente válidas dentro de las restricciones del acertijo. La construcción de un cuadrado 2×2 a partir de la misma configuración inicial requiere identificar posibilidades latentes en la figura original, detectar relaciones espaciales no evidentes y explorar transformaciones globales, más que simples ajustes locales. Estos procesos cognitivos coinciden con lo que la literatura describe como pensamiento divergente visuoespacial (Knoblich et al., 1999; Kim, 2006), el cual favorece la creación de soluciones que se apartan de los patrones rutinarios.

El hallazgo de estas soluciones no reportadas históricamente no debe considerarse un resultado anecdótico, sino un indicador valioso del potencial visual y creativo existente entre las personas. Su capacidad para producir configuraciones nuevas sugiere la presencia de esquemas mentales flexibles, sensibles a patrones de organización espacial compleja y capaces de operar más allá de los límites tradicionalmente explorados por la comunidad de la educación matemática. En términos formativos, estos docentes son muy valiosos, pues sus estrategias espontáneas pueden convertirse en modelos didácticos para enseñar visualización avanzada y promover formas más ricas de creatividad matemática en el aula.

En el caso de las respuestas incorrectas, se encuentran: (a) violación de restricciones (con cerillos sueltos, quitó solo un cerillo), (b) uso de figuras no válidas (con rectángulos, con cuadrados y rectángulos), (c) desviación de meta (con 5 cuadrados, solo con cuadrados en el sentido de no alinear la respuesta con la consigna exacta), y (d) omisión (No respondió). Este marco es consistente con la interpretación cualitativa del estudio, en el que la transición desde conteos locales hacia una exploración sistemática de configuraciones 2×2 —junto con el control de restricciones— diferencia a los desempeños con mayor creatividad e inteligencia visual de los demás.

Los resultados indican dificultades generalizadas para alcanzar la solución completa del acertijo. La concentración de casos con cero o un acierto y la baja proporción de docentes que resolvieron mediante una estrategia sistemática (cuadrados 1×1 o 2×2) sugieren brechas en visualización espacial y métodos de conteo exhaustivo, coherentes con la idea teórica que asocia el bajo rendimiento en problemas no rutinarios con déficit de pensamiento lateral, flexibilidad cognitiva y estrategias metacognitivas (Polya, 1945; Schoenfeld, 1985; Battista, 2007).

XI. DISCUSIÓN

El análisis del desempeño de los docentes de USAER ante el acertijo visual revela un patrón de respuesta consistente: una marcada dificultad para trascender el conteo intuitivo. A pesar de su experiencia profesional, la mayoría de los participantes —mujeres en un rango de 38 a 62 años— no logró dar con la solución correcta, registrando en su mayoría entre ningún y un acierto. Los datos sugieren que las estrategias empleadas, resultaron insuficientes para captar la complejidad del acertijo, lo que apunta a una limitación en la aplicación de métodos sistemáticos de visualización espacial. Sin embargo, hay que considerar que *5 docentes encontraron más soluciones que el creador del acertijo, quien publicó en 1889 solo una solución.*

Es relevante destacar que la edad no operó como una variable determinante en el desempeño. La homogeneidad en los obstáculos enfrentados por docentes noveles y experimentados sugiere que la dificultad no subyace en la formación académica general, sino en una carencia de entrenamiento específico en habilidades cognitivas de orden superior, tales como el pensamiento lateral y divergente (Sternberg, 1996; Anderson & Krathwohl, 2001).

Factores subyacentes a la baja tasa de éxito

Esta brecha en la resolución puede analizarse desde tres dimensiones críticas: Rigidez cognitiva vs. Pensamiento Divergente: La tendencia a recurrir a estrategias lineales de conteo refleja una dificultad para generar múltiples

representaciones mentales de un mismo objeto. Como propone Sternberg (2018), la resolución de problemas no rutinarios exige una flexibilidad que permita abandonar algoritmos tradicionales en favor de enfoques creativos.

Interferencia del contexto y carga cognitiva

El entorno de aplicación pudo haber inducido lo que Ashcraft y Krause (2002) denominan "ansiedad cognitiva". Bajo condiciones de evaluación o presión temporal, la memoria de trabajo se satura, reduciendo drásticamente la capacidad de procesamiento simultáneo necesaria para una tarea de esta naturaleza (Sweller *et al.*, 2011). La brecha entre el saber académico y el pensamiento lateral: El docente suele operar dentro de problemas estructurados con procedimientos claros. Sin embargo, los acertijos demandan una exploración de alternativas que rompa con patrones rígidos de razonamiento (De Bono, 1992). La falta de familiaridad con estos retos explica por qué muchos participantes desistieron o se quedaron en soluciones parciales.

Implicaciones Pedagógicas

Desde una perspectiva de formación continua, estos hallazgos son reveladores. Más que un indicador de fracaso, la dificultad experimentada por los maestros de USAER subraya la necesidad de fortalecer las competencias metacognitivas. La capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de pensamiento y ajustar la estrategia en tiempo real es fundamental para abordar tareas complejas (Schraw & Moshman, 1995).

En conclusión, los resultados invitan a replantear la capacitación docente, incorporando tareas abiertas y no convencionales. Como sugieren Darling-Hammond y colaboradores (2020), este tipo de formación no solo mejora la capacidad de adaptación del maestro, sino que le otorga herramientas para fomentar un pensamiento crítico y flexible dentro del aula, transformando una limitación detectada en una oportunidad de innovación pedagógica.

REFERENCIAS

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. London: Longman.
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2002). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(2), 181-187. <https://doi.org/10.3758/BF03196276>
- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. En F. K. Lester (Ed.) *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 843–908). Charlotte: Information Age Publishing.
- Bibi, S., & Hanif, S. (2023). Exploring Teacher Educators' Knowledge about Critical Thinking: A Case from Pakistan. *Australian Journal of Teacher Education*, 48(6), 16-36. <https://doi.org/10.14221/1835-517X.5943>
- Clements, S. (2006). *Thinking skills. Daily brainteasers for ages 9-11*. New York: Scholastic.
- Czepa, A. (1910). *Streichholz-Spielereien: Kunststücke und Scherze nebst Auflösungen*. Ravensburg: Otto Maier Verlag.
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97-140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- De Bono, E. (1970). *Lateral thinking: Creativity step by step*. New York: Harper & Row.

- De Bono, E. (1992). *Pensamiento creativo: El poder del pensamiento lateral para la creación de nuevas ideas*. México: Paidós.
- Fong, W. K., & Bakar, A. Y. A. (2023). Developing Creative and Critical Thinking Skills via Counseling Approaches. *Creative Education*, 14, 1014-1021. <https://doi.org/10.4236/ce.2023.145064>
- Hager, P., & Kaye, M. (1992). Critical Thinking in Teacher Education: A Process-Oriented Research Agenda. *Australian Journal of Teacher Education*, 17(2). <https://doi.org/10.14221/ajte.1992v17n2.4>
- 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>
- Jelle, B. P. (2017). Reviewing the Learning Process through Creative Puzzle Solving. *Creative Education*, 8, 2009-2035. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.813137>
- Lüders, C. E. (1919). *Der Streichholzkünstler in der Westentasche*. Mühlhausen: Verlag G. Danner.
- Marangio, K., Carpendale, J., Cooper, R., & Mansfield, J. (2024). Supporting the Development of Science Pre-service Teachers' Creativity and Critical Thinking in Secondary Science Initial Teacher Education. *Research in Science Education*, 54, 65–81. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10104-x>
- Murphy, K., Murphy, S. & Swain, N. (2025). Australian teachers' adoption of critical and creative thinking as curriculum. *The Australian Educational Researcher*, 52, 275-294. <https://doi.org/10.1007/s13384-024-00714-3>
- Orleans, S., & Orleans, J. (1977). *Pencil puzzles 5*. New York: Grosset & Dunlap.
- Paraquin, K. H. (1970). *Spiel und Spass mit Hölzchen und Köpfchen*. Ravensburg: Otto Maier Verlag.
- Putri, A., Nusantara, T., Purwanto, & As'ari, A. R. (2025). The contribution of critical thinking skills in rich mathematical problem completion: Insights from pre-service mathematics teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(2), em2581. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15931>
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando & San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-628870-4.50004-4>
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351-371. <https://doi.org/10.1007/BF02212307>
- Siahaan, E.Y.S., & Dasari, D. (2025). Level of Critical Thinking Ability of Prospective Mathematics Teachers in Indonesia: A Systematic Literature Review. In: Hosseini, S., Beitzel, B., Köhler, M., Sanjakdar, F. (Eds) *Technological Advancements and Innovations in Future of Education. FOE 2023*. Transactions on Computer Systems and Networks. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4931-7_1
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Tapinos, E. (2016). The Limitations Impacting Teachers' Understanding of Creative Thinking. *Creative Education*, 7, 1404-1409. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.710145>

Tromholt, S. (1889). *Streichholzspiele. Denksport und Kurzweil (1^a ed.)*. Leipzig: Otto Spamer Verlag.

Tromholt, S. (1890). *Streichholzspiele. Denksport und Kurzweil (4^a ed.)*. Leipzig: Otto Spamer Verlag.

Tromholt, S. (1892). *Streichholzspiele. Denksport und Kurzweil (5^a ed.)*. Leipzig: Otto Spamer Verlag.

Vuichard, A., & Capron-Puozzo, I. (2024). When creativity wakes up emotions: an illustration of a creative course for pre-service teacher training. *Discover Education*, 3(214), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00314-4>

Yuniarti, Y., Kusumah, Y. S., Suryadi, D., & Kartasasmita, B. G. (2017). The Effectiveness of Open-Ended Problems Based Analytic-Synthetic Learning on the Mathematical Creative Thinking Ability of Pre-Service Elementary School Teachers. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 12(3), 655-666. <https://doi.org/10.29333/iejme/640>