

EL USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES EN LA FORMULACIÓN DE PROBLEMAS SOBRE FRACCIONES: UN ESTUDIO EXPLORATORIO CON FUTUROS MAESTROS

Sara Embid
Israel García-Alonso
Alicia Bruno

Universidad de La Laguna

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio exploratorio cuyo objetivo es analizar qué formas de utilizar la herramienta digital *Mathigon* (<https://mathigon.org/>) pueden aparecer en la formulación de problemas sobre fracciones. En la investigación participaron 197 estudiantes del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de La Laguna a los que se les presentó una tarea donde debían formular tres problemas de diferente dificultad con las fracciones $1/3$ y $2/9$. Se identifican con ejemplos los usos de la herramienta digital: como parte del enunciado, como complemento del enunciado y en el proceso de resolución del problema.

Palabras clave: *formulación de problemas, fracciones, futuros maestros, herramientas digitales.*

Abstract

This work contains an exploratory study whose aim is to analyze which ways of using the digital tool *Mathigon* (<https://mathigon.org/>) may appear in the formulation of problems about fractions. The research involved 197 preservice primary teachers from the University of La Laguna who performed a task whose aim was to formulate three problems of different difficulty with fractions $1/3$ and $2/9$. We identify with examples the uses of the digital tool: as part of the statement, as a complement to the statement and in the process of solving the problem.

Keywords: *problem formulation, fractions, future teachers, digital tools.*

Introducción

En los últimos años, la formulación de problemas ha presentado un gran interés en las investigaciones de educación matemática, apareciendo diferentes perspectivas y modelos que han permitido conocer mejor las características de este proceso (Singer et al., 2015). Cai y Hwang (2020) consideran que son necesarias más investigaciones acerca del tipo de tareas adecuadas para desarrollar conocimiento matemático a través de la formulación de problemas y cómo trasladarlo al aula. Entre los aspectos a investigar destacan los referidos a la observación del papel de la tecnología en la formulación de problemas. En concreto, Abramovich y Cho (2015) indican que formar a los futuros docentes en la comprensión conceptual y didáctica de la formulación de problemas a través de la tecnología es una tarea urgente. El currículo de Canarias de la Educación Primaria (Decreto 221/2022) reconoce que la integración de la tecnología digital va más allá del uso de herramientas tecnológicas para la resolución de una tarea matemática. De hecho, la tecnología debería considerarse un recurso habitual para aprender de forma autónoma e individualizada, permitiendo al alumnado buscar, observar, analizar, experimentar, comprobar y rehacer la información (p. 45799). En particular, manejar la tecnología digital de forma adecuada permite acceder a datos significativos, explorar, visualizar y también comunicar y difundir.

El desarrollo de las tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas brinda nuevas oportunidades en la creación de tareas, por lo que el diseño de actividades en las que se utilice *software* específico contribuye a alcanzar metas de aprendizaje matemático que no se consideraban años atrás (Engelbrecht et al., 2020). La tecnología digital cambia la forma en la que se diseñan y resuelven los problemas, lo que justifica la necesidad de estudiar su uso ante este tipo de tareas. En este sentido, investigaciones realizadas tanto con docentes en formación como con docentes en ejercicio concluyen que el profesorado mejora el diseño de problemas en situaciones de entornos tecnológicos (Abramovich y Cho, 2012; Barana et al., 2020). En el estudio exploratorio que se presenta a continuación se

muestran problemas de fracciones formulados por futuros docentes usando la herramienta digital *Mathigon* con el objeto de observar sus posibilidades para la enseñanza de la matemática escolar.

Herramienta digital Mathigon

Mathigon es una plataforma digital que incluye “herramientas, cursos y manipulativos gratuitos para que el aprendizaje en línea sea más interactivo y atractivo que nunca” (<https://es.mathigon.org/>). Consta de numerosos recursos para educadores permitiendo, gracias a su interactividad, explorar, descubrir y plantear y resolver problemas matemáticos de forma creativa. Este recurso es útil en cualquier etapa educativa, si bien goza de especial interés para la educación primaria. Según indican sus creadores, *Mathigon* es en parte un libro de texto interactivo y en parte un tutor personal virtual, ya que permite personalizar planes de estudios novedosos mediante el uso de la tecnología.

Su principal componente interactivo es *Polypad*, un *applet* con manipulativos virtuales para las áreas de geometría, números, fracciones, álgebra, probabilidad y datos, juegos y aplicaciones. Para facilitar su uso, existen manuales de usuario para cada una de estas áreas (<https://es.mathigon.org/task/tutorial>) así como un manual de uso para profesorado (<https://static.mathigon.org/polypad.pdf>). En particular, en el manual para fracciones se incluye información acerca de los manipulativos virtuales para barras y círculos de fracciones (Figuras 1 y 2).

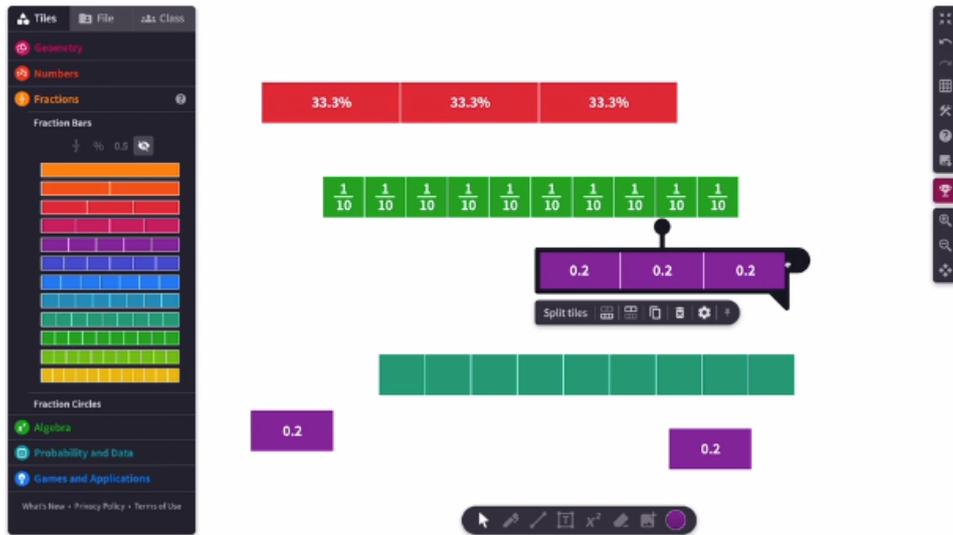


Figura 1. Ejemplo de uso de barras de fracciones. Fuente: <https://mathigon.org/task/tutorial-fractions>

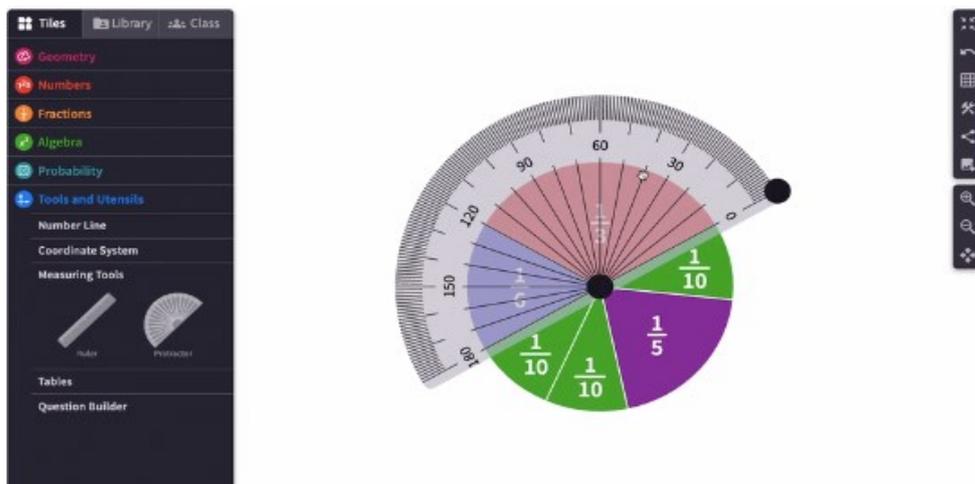


Figura 2. Ejemplo de uso de círculos de fracciones. Fuente: <https://mathigon.org/task/tutorial-fractions>

Marco conceptual

La expresión “formulación de problemas” se refiere a la actividad mediante la cual estudiantes o docentes diseñan, crean o inventan problemas matemáticos (Silver, 1994). En concreto, Niss (2003) describe la competencia matemática

ligada a la resolución y formulación de problemas como “identificar, crear y plantear diferentes tipos de problemas matemáticos (abiertos, cerrados; puros o aplicados) y saberlos resolver, tanto si han sido planteados por otro como por sí mismos” (p.7).

La formulación de problemas es una actividad básica del trabajo de los profesores puesto que deben crear problemas o enseñar a sus estudiantes a formular problemas y resolverlos (Crespo, 2003; Olson y Knott, 2013). La capacidad de diseñar problemas por parte de los profesores, tanto de primaria como de secundaria, está condicionada por su comprensión de los conceptos matemáticos implicados en la tarea (Ma, 1999; Stickles, 2011). Para desarrollar las habilidades para plantear mejores problemas es necesario explorar los límites de la situación matemática sobre la que se quiere crear problemas (Crespo y Sinclair, 2008; Koichu y Kontorovich, 2013). En este sentido, el uso de herramientas tecnológicas puede proporcionar cambios en el modo de pensar los enunciados de los problemas y trasladarlos al aula. Por “herramienta tecnológica” entendemos desde páginas web que simulan material físico (geoplano online, tangram online, etc.) hasta páginas que incorporan propuestas didácticas de matemáticas o incluso programas específicos como GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>). Con este fin, se explora *Mathigon* como herramienta tecnológica para fomentar el razonamiento matemático, la resolución de problemas y la comunicación.

Objetivo

El objetivo principal de este estudio es analizar los diferentes tipos de uso de la herramienta tecnológica *Mathigon* que utilizan futuros docentes de Educación Primaria en la formulación de problemas de fracciones.

Metodología

Participantes e instrumento

En la investigación participaron 197 estudiantes del tercer curso del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de La Laguna que respondieron a una prueba escrita de formulación de problemas (Tabla 1) tomada de Kiliç (2015). En esta prueba, los estudiantes podían utilizar, para la construcción de sus problemas, la herramienta digital *Mathigon*. En ese caso, debían adjuntar capturas de pantalla de las construcciones realizadas con la herramienta. Cabe añadir que los estudiantes no tenían obligación alguna de resolver los problemas formulados.

Tabla 1. Enunciado de la actividad del cuestionario

Actividad 1. Formula tres problemas de diferente nivel de dificultad, en los que aparezcan los números $1/3$ y $2/9$. Cada uno de estos números puede ser un dato o una solución. Recuerda que puedes añadir cualquier tipo de información (numérica, contexto...).

En total, se formularon 583 problemas que se analizaron siguiendo un proceso de codificación múltiple ciego. El análisis de contenido a través de un método de comparación exhaustiva (Creswell, 2012) permitió extraer las categorías emergentes del estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías de análisis. Fuente: Elaboración propia

Categorías sobre el uso de la tecnología	Descripción
Utiliza <i>Mathigon</i>	Presenta evidencias del uso de la herramienta o no
Parte del enunciado	La evidencia mostrada contiene información necesaria para abordar la resolución del problema.
Complemento de los datos	La evidencia mostrada es un apoyo visual que aclara o representa los datos que aparecen en el enunciado.

Muestra la resolución	La evidencia mostrada representa cómo se resuelve el problema formulado.
-----------------------	--

Resultados

Tras la clasificación de los problemas formulados en los que se podía utilizar la herramienta digital *Mathigon*, encontramos que el 44.4% de las respuestas (259) no mostraron evidencias de su uso.

De los 324 problemas en los que sí había evidencias de uso de la aplicación, 46 (14.2%) usaban la herramienta como parte del enunciado, 153 (47.2%) como complemento de los datos y 125 como complemento en la resolución (Tabla 3).

Tabla 3. Número (y porcentaje) de problemas clasificados por el uso que se hace de *Mathigon*. Fuente: Elaboración propia.

Utiliza Mathigon	Parte del enunciado	Complemento de los datos	Muestra la resolución
324	46 (14.2)	153 (47.2)	125 (38.6)

Un ejemplo de un estudiante que hace uso de *Mathigon* como parte del enunciado lo tenemos en la Figura 3, donde ha empleado distintas representaciones para que el resolutor elija las que se correspondan con la fracción $2/9$.



Figura 3. Problema donde *Mathigon* se usa como parte del enunciado

Como ejemplo de problema formulado en el que la herramienta tecnológica se ha utilizado como complemento de los datos ofrecemos la Figura 4, en la que la representación no aporta información necesaria para la resolución del problema. La intención didáctica por parte del futuro docente podría que ser la representación gráfica ayudase a clarificar los datos del enunciado.



Figura 4. Problema donde *Mathigon* se usa como complemento de los datos

En la Figura 5, se muestra un ejemplo de un problema formulado en el que la herramienta tecnológica ofrece la solución de dicho problema.

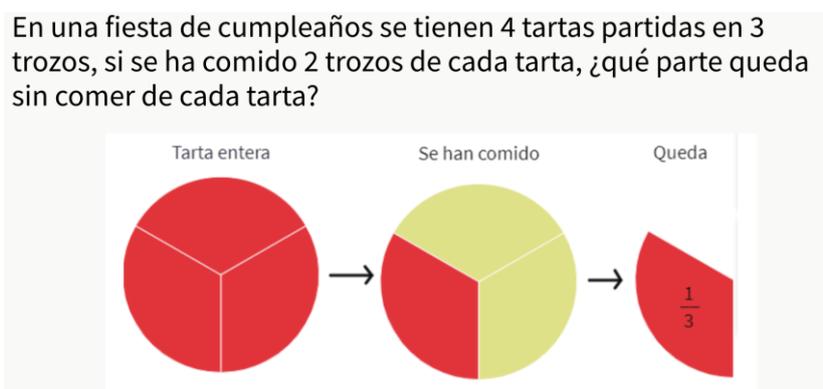


Figura 5. Problema donde *Mathigon* se usa para mostrar la resolución

Conclusiones

El uso de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje brinda nuevas oportunidades que apoyan y fomentan la resolución y formulación de problemas matemáticos. Ante la petición de uso de la herramienta *Mathigon* para la formulación de problemas de fracciones por futuros maestros de primaria,

los datos revelaron tres aspectos fundamentales:

- a) 259 de los 583 problemas formulados (44.4%) no contienen evidencias de uso de tecnología digital aun cuando se solicita adjuntar capturas de *Mathigon*.
- b) la representación gráfica aporta información imprescindible para resolver el problema en únicamente 46 de los 324 problemas formulados con *Mathigon*.
- c) la representación complementa el enunciado mostrando la resolución sin que esta se solicite en el 38.6% de los problemas formulados con *Mathigon*.

Al enfatizar estos resultados, insistimos en una formación directa sobre la herramienta digital que se utilice en la formulación de problemas, en este caso *Mathigon*, de manera que se facilite un uso apropiado de la misma. A través de una formación específica con herramientas digitales, los futuros docentes pueden apropiarse de experiencias de aprendizaje significativas para ser productores, y no solo consumidores, de conocimiento matemático con su alumnado (Abramovich y Cho, 2015). El profesorado es el verdadero agente del cambio, y en este sentido, urge incorporar este aprendizaje de manera efectiva en la formación inicial de maestros de primaria. El último estudio internacional TALIS (2019), con relación a las TIC y al profesorado, nos alerta que es necesario desarrollar profesionalmente las destrezas TIC aplicadas a la enseñanza.

A través de este estudio preliminar que forma parte de uno más amplio que estamos desarrollando, se ha observado que debe incorporarse la formación en herramientas digitales a la formación inicial docente. Seguimos indagando sobre cómo promover acciones encaminadas a lograr un uso didáctico de las TIC en relación con la formulación de problemas matemáticos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto "Herramientas digitales y formulación de problemas matemáticos. Diseño de una instrucción para docentes de Educación Primaria" (ProID2021010018), concedido por el Gobierno de

Canarias en las áreas prioritarias de la Estrategia de Especialización inteligente de Canarias RIS-3, cofinanciado por el Programa Operativo FEDER Canarias 2014-2020 y 2020 y por “Formulación de problemas matemáticos con herramientas digitales en la formación inicial de profesorado”. Proyectos de Generación de Conocimiento y Formación de Investigadores Predoctorales, 2022. PID2022-139007NB-I00.

Referencias bibliográficas

- Abramovich, S. y Cho, E.K. (2015), Using digital technology for mathematical problem-posing. En F.M. Singer et al. (eds.), *Mathematical Problem Posing* (pp. 72-102). Research in Mathematics Education. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_4
- Abramovich, S. y Cho, E.K. (2012), Technology-enabled mathematical problem-posing as modeling, *Journal of Mathematical Modelling and Application*, Vol. 1, No. 6, 22-32.
- Barana, A., Fissore, C., Marchisio, M. y Pulvirenti, M. (2020), Teacher training for the development of computational thinking and problem posing & solving skills with technologies, *Actas de The 16th International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, Bucharest, April 23-24, 2020, 136-144.
- Cai, J. y Hwang, S. (2020). Learning to teach mathematics through problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.01.001>
- Crespo, S. (2003). Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. *Educational studies in Mathematics*, 52, 243-270.
- Crespo, S. y Sinclair, N. (2008). What makes a problem mathematically interesting? Inviting prospective teachers to pose better problems. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11, 395-415. <https://doi.org/10.1007/s10857-008-9081-0>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Pearson.
- DECRETO 221/2022, de 10 de noviembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias. <http://www.gobiernodecanarias.org/boc/2022/231/001.html>
- Engelbrecht, J., Llinares, S. y Borba, M.C. Transformation of the mathematics classroom with the internet. *ZDM Mathematics Education* 52, 825–841 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4>

- Kiliç, C. (2015). Analyzing pre-service primary teachers' fraction knowledge structures through problem posing. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6), 1603-1619. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1425a>
- Koichu, B. y Kontorovich, I. (2013). Dissecting success stories on mathematical problem posing: a case of the Billiard Task. *Educational Studies in Mathematics*, 83, 71–86 . <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9431-9>
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Erlbaum.
- Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In Gagatsis, & S. Papastavridis (Eds.), *3rd Mediterranean Conference on Mathematical Education - Athens, Hellas 3-4-5 January 2003* (pp. 116-124). Hellenic Mathematical Society.
- Olson, J. C., y Knott, L. (2013). When a problem is more than a teacher's question. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 27-36.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the learning of mathematics*, 14(1), 19-28.
- Singer, F. M., Ellerton, N. y Cai, J. (eds.) (2015). *Mathematical Problem Posing. From Research to Effective Practice*. Publisher Name Springer.
- Stickles, P. R. (2011). An analysis of secondary and middle school teachers' mathematical problem posing. *Investigations in Mathematics Learning*, 3 (2), 1-34.
- TALIS (2019). *Estudio internacional de la enseñanza y del aprendizaje*. Secretaría General Técnica. Ministerio de Educación y Formación Profesional.