



Desafío STEM: Prototipado de videojuegos basados en Burrpuzzles para potenciar la competencia de resolución de problemas y cerrar brechas de género en el aprendizaje de las matemáticas

Vania Yael Ortiz Diaz
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México
vortizd1700@alumno.ipn.mx

José Gregorio Solorzano
Movilla
Escuela Superior de
Administración Pública
Universidad Antonio Nariño
Barranquilla, Colombia
jose.solorzanom@esap.edu.co

Resumen— El avance científico y tecnológico de los años recientes ha conllevado a la innovación en los procesos formativos, en especial en la disminución de brechas de género que promuevan la participación de las mujeres en las disciplinas relacionadas con las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, (STEM por sus siglas en inglés). Se ha observado que en los años recientes se vienen proponiendo iniciativas que permitan contrarrestar los estereotipos de género que conllevan al estudio de estas carreras, particularmente de las ingenierías. Lo mismo ocurre con la poca visibilidad que se da a las mujeres que participan en el área, lo que provoca que no se tengan ejemplos con los cuales otras niñas se inspiren y empoderen para la elección de estas carreras.

Ante esta problemática surge la necesidad de implementar nuevas estrategias y metodologías que puedan ayudar a combatir la enseñanza poco eficiente y motivante de las matemáticas. En ese sentido surgen las siguientes preguntas ¿por qué es importante que las alumnas aprendan a resolver y plantear problemas? ¿de qué forma se puede motivar y generar un aprendizaje significativo sobre la materia? En consonancia, una manera es que las alumnas se enfrenten a desafíos que las hagan cuestionarse cómo deben resolver un problema sujeto a una situación o contexto determinado, acompañado de herramientas simbólicas que permitan que estas sean motivadas y disminuya la dificultad del problema.

En este documento se presentan los resultados iniciales de una metodología STEM, basadas en talleres grupales con niñas entre 10 y 12 años, que busca fortalecer la habilidad para resolver y plantear problemas, potencie el pensamiento lógico- matemático, computacional, la capacidad de análisis y la creatividad a través de un prototipo de videojuego Burrpuzzle que pretende motivar y fortalecer el aprendizaje de las alumnas del nivel primaria

Abstract— *The scientific and technological progress of recent years has led to innovation in training processes, especially in the reduction of gender gaps that promote the participation of women in disciplines related to science, technology, engineering, and Mathematics (STEM). In recent years, some authors have proposed initiatives to counteract gender stereotypes that lead to the study of these careers, particularly engineering. The same happens with the little visibility given to women who participate in the area, which*

means that there are no examples with which other girls are inspired and empowered to choose these careers.

Faced with this problem, the need arises to implement new strategies and methodologies to help combat inefficient and motivating mathematics teaching. In this sense, the following questions arise: Why must students learn to solve and pose problems? How can you motivate and generate meaningful learning on the subject? Accordingly, one way is for students to face challenges that make them question how they should solve a problem subject to a given situation or context, accompanied by symbolic tools that allow them to be motivated and reduce the difficulty of the problem.

This document presents the initial results of a STEM methodology, based on group workshops with girls between 10 and 12 years old, which seeks to strengthen the ability to solve and pose problems, enhance logical-mathematical, computational thinking, the capacity for analysis and creativity through a burrpuzzle video game prototype that aims to motivate and strengthen the learning of primary school students.

Palabras clave— STEM, Educación matemática, Resolución de problemas.

I. INTRODUCCIÓN

La educación matemática engloba la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, pero ¿por qué es distinta y qué la diferencia del resto de los métodos de enseñanza que conocemos? La educación matemática parte del razonamiento heurístico, este razonamiento propone la invención de nuevos métodos y estrategias para la construcción del conocimiento, hablamos sobre un conjunto de técnicas que permite a los alumnos desarrollar habilidades cognitivas para la resolución de problemas.

Según mencionan Cai y otros autores la formulación de problemas mejora las habilidades de resolución de problemas, las actitudes y la confianza en las matemáticas de los estudiantes, y contribuye a una comprensión más amplia de los conceptos matemáticos y al desarrollo del pensamiento matemático [1]. Así mismo, podemos decir que la formulación





de problemas proporciona al alumno la capacidad de evaluar un problema en específico para hallar una solución.

Los métodos de enseñanza utilizados actualmente han provocado la pérdida de atención, interés y motivación en los alumnos para aprender la materia, los problemas planteados no resultan ser una herramienta de aprendizaje significativo dentro de las aulas y mucho menos muestran resultados positivos en el desarrollo de habilidades de los estudiantes.

Al hablar sobre educación matemática también se debe mencionar lo importante que es esta desde una perspectiva de género en la que se promueva una formación integral de acceso equitativo dentro de las aulas. Según datos recabados por la UNESCO las mujeres sólo representan un 25% de los estudiantes de ingeniería y TIC en más de 2/3 de los países del mundo, esto nos hace observar la escasa participación de las mujeres en las carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) y la urgencia por motivar y empoderar a más niñas a estudiar estas áreas brindándoles la seguridad y confianza suficientes a través de nuevos métodos y estrategias para que ellas mismas descubran, desarrollen y potencien sus habilidades y, al mismo tiempo, erradicar los estereotipos de género que acompañan el estudio de estas áreas.

Ahora bien, ¿por qué es importante fomentar la enseñanza STEM en las niñas? La enseñanza STEM plantea nuevos retos y oportunidades que se adaptan a las demandas actuales y futuras de la sociedad, lo que implica una formación que destaca en el desarrollo de habilidades lógico- matemáticas, tecnológicas, de resolución de problemas, comunicativas y de liderazgo. Por lo cual, es de suma importancia la representación de más mujeres en estas áreas del conocimiento, asegurando las mismas oportunidades y competencias que les permitan obtener una formación integral.

II. REVISIÓN DOCUMENTAL SOBRE EDUCACIÓN MATEMÁTICA & STEM

Haciendo una consulta en la base de datos especializada Elsevier, se encuentran resultados que denotan el crecimiento que ha tenido la implementación de estrategias para promover las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas a nivel mundial como lo presenta la siguiente gráfica:

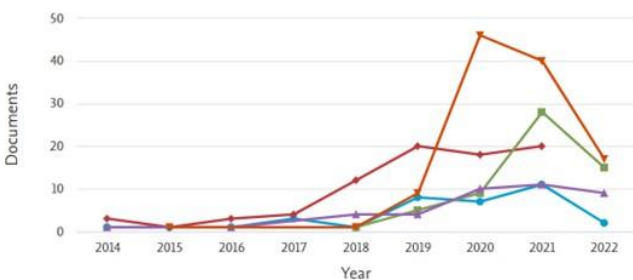


Fig. 1. Producción en estrategias STEM entre los años 2014-2022. Fuente: base de datos Elsevier

De acuerdo con la Fig. 1, se evidencia el rápido crecimiento de las publicaciones de alto impacto de STEM (línea roja), desde el año 2017 pasando de menos de 10.000 publicaciones a 40.000 en el año 2021.

En lo referente a las áreas con las cuales se relacionan las producciones citadas, la Fig. 2 muestra que un gran porcentaje articula estas áreas con las ciencias sociales, en especial educación.

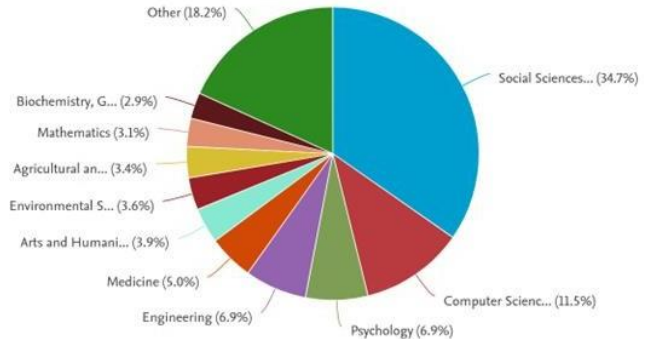


Fig. 2. Áreas de conocimiento con las cuales se relaciona la producción STEM. Fuente: base de datos Elsevier

En especial el 37% de la producción está articulada con los procesos educativos, lo cual denota la importancia y la relevancia que la promoción STEM está tomando en la educación.

La Fig. 3, presenta el panorama sobre el tipo de producción científica relacionada con estrategias STEM, evidenciando que el 75% son artículos de alto impacto, lo cual puede ser un indicador sobre la tendencia a valorar como este tipo de iniciativas vienen guiando procesos investigativos.

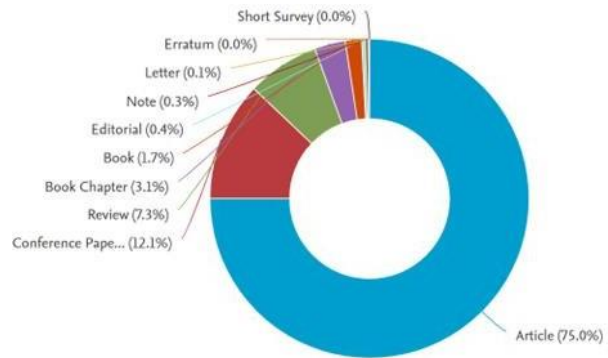


Fig. 3. Tipo de producción científica en estrategias STEM. Fuente: base de datos Elsevier

La Fig. 4, presenta la distribución de la producción científica por país, encontrando que esta se encuentra concentrada en países iberoamericanos, denotando la importancia que los investigadores de estos países dan a las estrategias de formación STEM.

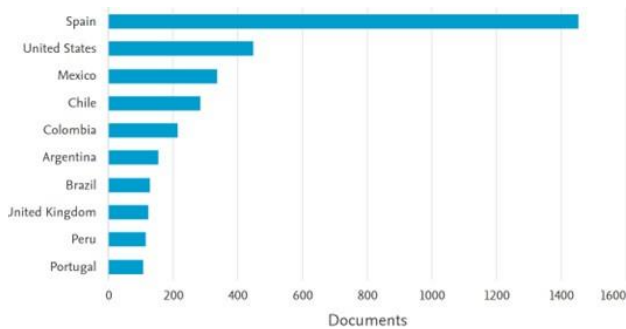


Fig. 4. Producción científica área STEM por países. Fuente: base de datos Elsevier

En este trabajo se aborda una revisión sobre la educación matemática y las disciplinas STEM desde una perspectiva de género, haciendo especial énfasis en nuevos métodos y estrategias que promuevan el aprendizaje de las matemáticas y, a su vez, introduzcan el interés en las alumnas por estudiar una carrera en ingeniería.

De acuerdo con la UNESCO se observa lo siguiente:

Las brechas de género en la educación STEM se vuelven obvias en la educación superior. Las jóvenes representan solo el 35% de todos los estudiantes matriculados en el mundo, en el estudio de materias STEM a este nivel. También se observan diferencias por disciplinas, con el menor número de matrículas femeninas en ingeniería, manufactura y construcción, ciencias naturales, matemáticas, estadísticas y TIC [2].

La educación matemática desde una perspectiva de género debe contemplar e incluir la participación activa de las estudiantes dentro de las aulas. De acuerdo con el Informe sobre Género publicado por el Equipo del Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo se menciona que:

El sector educativo por sí solo no puede lograr la igualdad de género en la educación. Las normas de género negativas residuales de la sociedad imprimen a la educación un sesgo en relación con el género, influyen en las actitudes de los docentes, en la elección de las asignaturas de estudio y de la carrera profesional, y afectan las oportunidades que tendrán las mujeres ulteriormente en la vida [3].

Desde este punto se pueden observar los diferentes obstáculos que se interponen en la formación profesional de las mujeres, por lo que se debe tomar en cuenta estrategias que fomenten e introduzcan la educación STEM desde edades tempranas.

Resaltar el papel de la educación matemática y de cómo ésta incide en el aprendizaje del alumno sumado a herramientas tecnológicas y digitales es importante, según mencionan Rajas, et. al.

El alumno es el centro del proceso formativo y, como tal, quien debe testar si la incorporación de estos materiales y su forma de consumirlos, así como los métodos, prácticas o ejercicios en los que se integran, consiguen mejorar sus competencias u ofrecer unos resultados de aprendizaje consistentes y duraderos.[4].

III. METODOLOGÍA

Metodológicamente la propuesta se fundamenta en un taller con niñas entre 10 y 12 años de edad, en el cual se implemente un diseño de investigación-acción que presenta las siguientes fases:

-Fase preparatoria y la formulación de los problemas

En esta fase se tomaron estudios orientados a la teoría de resolución de problemas y prácticas STEM para determinar las estrategias que se implementarán en el taller a través del uso de rompecabezas tipo burrpuzzles.

-Trabajo de laboratorio

Diseño de un prototipo de videojuego. Se hizo uso de plataformas informáticas como Blender para hacer el modelado de cada una de las piezas del Burrpuzzle, así como el algoritmo de solución, posteriormente se hizo uso de un motor de videojuego multiplataforma como Unity para lograr la interfaz y diseño.

-La colecta de los datos Prueba del videojuego

-Análisis de datos

-Presentación de resultados

-El regreso a la acción y evaluación, que son etapas más particulares de la investigación acción

Una segunda etapa bajo una metodología de grupo control en la que se buscará determinar la eficacia de los videojuegos en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas.

Se pretende hacer sesiones en la que las alumnas hagan uso del videojuego, de forma que a través de este puedan manipular las piezas de distintas maneras para llegar a la solución final del rompecabezas Burrpuzzle. En medida que logren resolver un rompecabezas se tendrá acceso a otro rompecabezas que muestre una dificultad superior al realizado con anterioridad.

IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Como parte del proceso de modelación matemática partimos de un método intuitivo para la construcción del rompecabezas, lo cual desarrolla el razonamiento lógico.

Las herramientas utilizadas para la simulación del prototipo de videojuego basado en Burrpuzzles potencian el desarrollo del pensamiento lógico-matemático, capacidad de síntesis y análisis, imaginación espacial y resolución de problemas. Esto significa una mejor respuesta ante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática.

Se pretende poner a prueba el prototipo en un grupo de alumnas del nivel básico primaria para mostrar el valor agregado en el desarrollo cognitivo y matemático de cada una, así como las nuevas habilidades y aptitudes obtenidas durante el proceso. Con la aplicación de estas herramientas se espera que más niñas continúen e incrementen su interés por las enseñanzas STEM de forma que ellas estén y se crean igual de capaces para formarse en estas áreas, brindándoles las habilidades y confianza suficientes para incentivar su desarrollo del pensamiento matemático.



En la Fig. 5 se muestran imágenes del algoritmo de solución del Burrpuzzle detallando las piezas usadas, las cuales están enumeradas del 1-6, así como sus características (aberturas) que también están enumeradas. Esto nos servirá para identificar con qué otras piezas y en qué aberturas serán entrelazadas

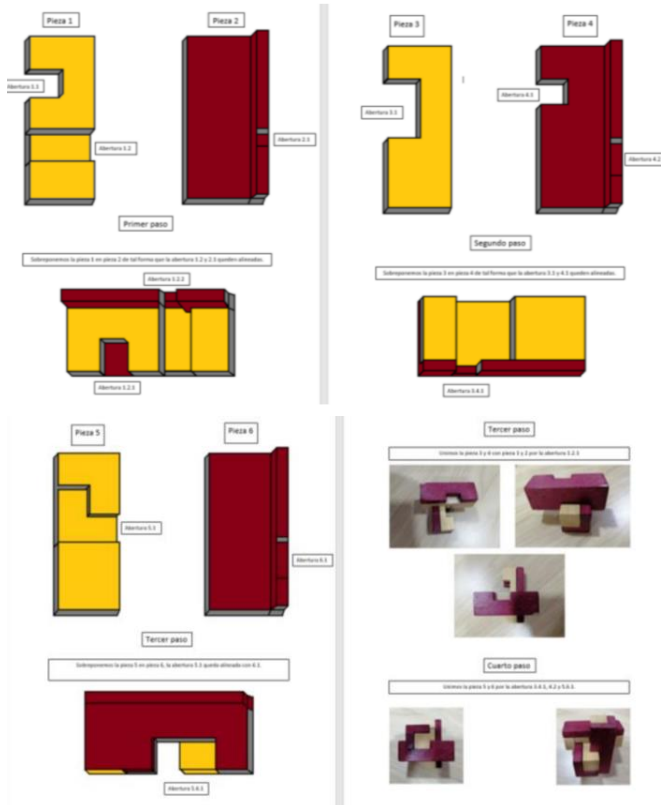


Fig. 5. Esquema de los pasos y piezas del juego.

Según el esquema de la Fig. 5, se ejemplifican los siguientes pasos:

-Primer paso.

Sobreponemos la pieza 1 en la pieza 2 de tal forma que la abertura 1.2 y 2.1 queden alineadas.

-Segundo paso.

Sobreponemos la pieza 3 en la pieza 4 de tal forma que la abertura 3.1 y 4.1 queden alineadas.

-Tercer paso.

Sobreponemos la pieza 5 en la pieza 6, de tal forma que la abertura 5.1 queda alineada con la 6.1.

-Cuarto paso.

Unimos las piezas 1 y 2 con 3 y 4 por la abertura 1.2.1.

-Quinto paso.

Por último, unimos las piezas 5 y 6 por la abertura 3.4.1, 4.2 y 5.6.1.

El modelado de las piezas, el diseño y textura, y la interfaz de la pantalla principal se muestran en Fig. 6 a 8. Este algoritmo de solución nos permitirá la ejecución del videojuego.

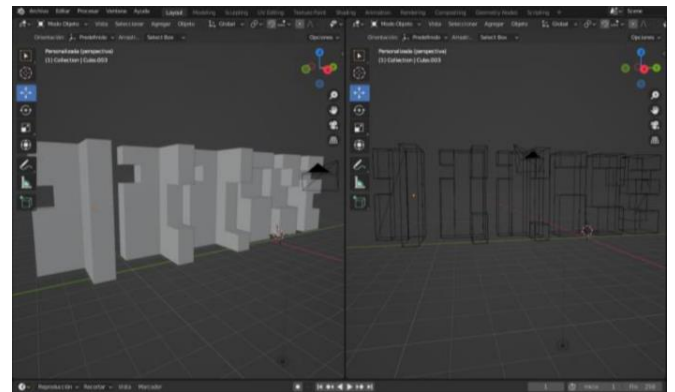


Fig. 6. Modelado de las piezas del Burrpuzzle en Blender.

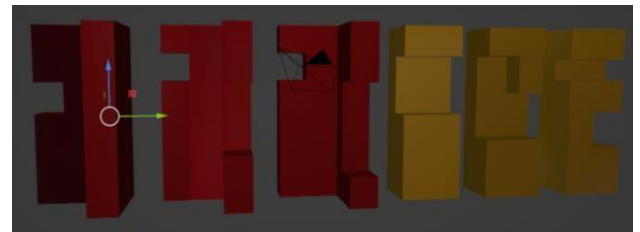


Fig. 7. Diseño y textura de las piezas en Unity.

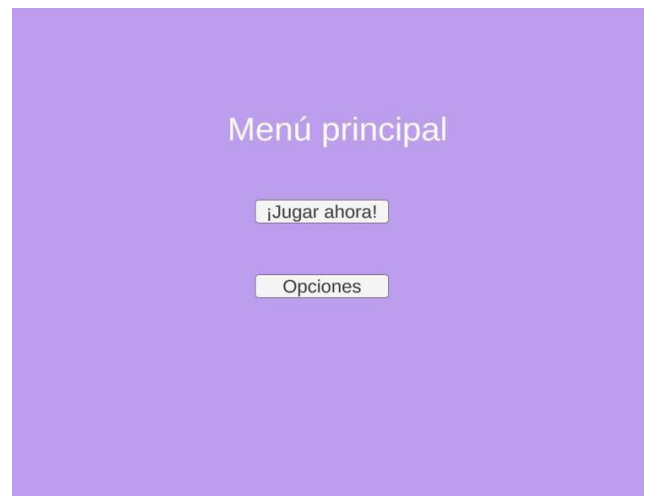


Fig. 8. Interfaz y pantalla principal del videojuego.

V. CONCLUSIONES

La propuesta consignada en el documento presenta una serie de actividades tendientes a relacionar elementos muchas veces vistos como dispares o alejados del proceso de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas, como lo son el desarrollo del pensamiento computacional y algorítmico.

Por otro lado, tomando como base [5] se tiene que en Colombia el 38% de los investigadores son mujeres y de acuerdo con [6] igual situación se presenta en México, poniendo de manifiesto que el acceso de las mujeres a escenarios científicos



pasa por mejorar los aprendizajes de las niñas en primeros niveles educativos con estrategias conducentes a disminuir las brechas entre las matemáticas escolares y las aplicadas en la cotidianidad.

Una de éstas, es la de acercar a las niñas entre 10 y 12 años al diseño de videojuegos basados en burrpuzzles. con el propósito de aprovechar el momento histórico por el cual pasa la sociedad contemporánea, donde cada vez más los videojuegos se integran al proceso escolar, muestra de esto lo establece [7] donde se relacionan modelos de clase invertida a partir de la gamificación, mostrando la pertinencia de este tipo de abordajes.

En lo concerniente a la experiencia relatada, se encontraron resultados interesantes. Las estudiantes que hicieron parte del piloto de esta estrategia se sintieron motivadas, generando compromisos con el aprendizaje y la disposición de modelar diversos tipos de rompecabezas tipo burrpuzzles.

En consecuencia, las estudiantes comenzaron a desatacar la perspectiva de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas llevándolas a alcanzar mejores resultados en lo académico, potenciando capacidades de abstracción y participación en programas como los de veranos de investigación como “Delfín” promovido en México, permitiendo un aumento del número de las mujeres en espacios investigativos.

Así mismo, aunque inicialmente no se previó la inclusión del aspecto artístico en la estrategia, los pilotos han puesto de manifiesto la necesidad de anexarla, ya que el diseño de los videojuegos también abarca la elaboración de prototipos funcionales y estéticos, con lo cual se espera tener una actividad

retadora, motivante e inclusiva para las jóvenes en educación primaria.

REFERENCIAS

- [1] Singer, F., Ellerton, N., & Cai, J. (2013). *Problem-posing research in mathematics education*. Obtenido de Springer Science+Business Media: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-013-9478-2>
- [2] UNESCO. (2019). *UNESDOC*. Obtenido de Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM): <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
- [3] Equipo del Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo. (2020). *UNESDOC*. Obtenido de Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2020: informe sobre género, Una nueva generación: 25 años de esfuerzos en favor de la igualdad de género en la educación: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375470>
- [4] Rajas, M.; Alves, P. y Muñoz, C. (2022). Creación y difusión de contenidos audiovisuales y multimedia: la transformación educativa y científica en marcha. *index.comunicación*, 12(2), 13-27. <https://doi.org/10.33732/ixc/12/02Creaci>
- [5] https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/en-colombia-solo-el-38-los-investigadores-son-mujeres-minciencias
- [6] http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/BoletinN2_20_18.pdf
- [7] T. Arrieta Barrios, et al. Characterization Of Flipped Classroom Model in Higher Education: A Perception from Educational Resilience During Covid-19 Pandemic, *Procedia Computer Science*, Volume 203, 2022, Pages 575-582, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.082>