

¿Cómo incentivar la educación STEM en niñas?: Una revisión de literatura

Kory Ponce¹, Nadia Rodriguez-Rodriguez¹, Franci Suni-Lopez¹

¹Carrera de Ingeniería de Sistemas – Universidad de Lima
Lima – Perú

20183081@aloe.ulima.pe, {nrodrigu, fsuni}@ulima.edu.pe

Abstract. *Around the world, women have a low representation in STEM careers. This phenomenon is puzzling when there is a labor market that increasingly requires professionals from these disciplines. Factors such as gender stereotypes and lack of information about these careers negatively affect girls' interest and motivation in this field. The objective of this article is to carry out a literature review of the various initiatives carried out to encourage STEM education in girls. Bootcamps, workshops, and serious games are the three types of most common initiatives. Of all these, serious games seem to have represented so far, a more effective strategy.*

1. Introducción

Las carreras en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) están entre las carreras más prestigiosas, mejor pagadas y demandadas a nivel mundial (Starr 2018). Sin embargo, existe un número reducido de mujeres en estos campos. En el Perú, sólo el 27% de mujeres matriculadas en estudios de pregrado universitario estudian carreras de Ingeniería y Tecnología (SUNEDU 2020). Esta escasez ocurre a pesar de la creciente demanda por profesionales de estas áreas y los altos salarios que se ofrecen en el mercado laboral (Ball et al. 2018). Según el Foro Económico Mundial (2020), como resultado de la pandemia se estima que la demanda de profesionales en tecnología aumente de 7.8% a 13.5% para el 2025 (p.5).

Esta baja participación de mujeres en campos de STEM sugiere que las niñas no consideran estas carreras como opciones populares y esto se debería a que presentan menos actitudes positivas y menor interés en estos campos a comparación de los niños. Esta pérdida de interés comienza con las materias de ciencias y física durante la etapa escolar. A su vez, este problema ocurre por una combinación de factores personales, sociales y estructurales, estereotipos existentes y falta de información sobre estas áreas (Souza y Bittencourt 2018), (Wang y Frye 2019), (Akkuş et al. 2017). De estos últimos, los estereotipos de género existentes en torno a estas carreras afectan la identificación de las mujeres con los profesionales de STEM y, al mismo tiempo, afectan su motivación por seguir estas carreras y el valor que a ellas le asignan. Estos estereotipos pueden ser la asociación de STEM como un campo de dominio masculino, la creencia de que los profesionales en estos campos carecen de habilidades sociales, están obsesionados con las computadoras o son naturalmente muy inteligentes; la diferencia de habilidades en matemáticas entre hombres y mujeres, entre otros (Starr 2018), (Avolio 2021).

Estos estereotipos afectan negativamente la identificación y motivación de las niñas con carreras STEM. Los estudios sugieren que la identidad es un factor mediador entre la relación de los estereotipos con la motivación. Mientras las mujeres asocien más

estos campos con los hombres, se sentirán menos identificadas con este. Esto puede afectar, incluso, el interés y la motivación de niñas que tenían un interés ya previo en esas carreras (Starr 2018), (Akkuş et al. 2017).

Para contribuir a la disminución de esta brecha, las iniciativas educativas enfocadas en motivar a las niñas a seguir carreras STEM son importantes para superar este problema. Muchos educadores han diseñado programas STEM especiales para mantener el interés de las niñas en las materias STEM con la finalidad de motivar a las niñas a seguir áreas en este campo más adelante. Los resultados, a corto plazo, de estos programas han demostrado un incremento en la confianza, interés y entusiasmo sobre estas carreras. Sin embargo, todavía está pendiente medir si, a largo plazo, estas iniciativas fueron efectivas en aumentar el número de mujeres en estas carreras (Holanda et al. 2021), (Wang y Frye, 2019).

Por lo tanto, para dar profundidad a este tema, el objetivo principal de este estudio es realizar una revisión de literatura de las iniciativas educativas realizadas con la finalidad de aumentar el interés de las niñas en materias relacionadas a STEM, influenciar positivamente su percepción sobre sus habilidades técnicas y su motivación por seguir carreras en este campo.

El artículo está organizado de la siguiente manera, en la sección 2 se presenta la metodología usada. La sección 3 describe los resultados. La discusión de los resultados se expone en la sección 4. Finalmente, en la sección 5 se detallan las conclusiones.

2. Metodología

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura en inglés para identificar las propuestas en educación que promueven la participación de las mujeres en carreras de STEM en el mundo. Para ello se ha planteado la siguiente pregunta de investigación:

Q1. ¿Qué tipos de iniciativas existen para motivar la participación de niñas en áreas de STEM?

En la planificación de la revisión de la literatura, aplicamos la metodología PICOC (Población, Intervención, Comparación, Resultado y Contexto) (Petticrew y Roberts 2008), la cual proporciona un enfoque estructurado y organizado para formular preguntas de investigación, diseñar estrategias de búsqueda y evaluar la relevancia de los estudios incluidos. La *población* se refiere al grupo de individuos o sujetos que son el foco del estudio. La *intervención* representa el tratamiento, procedimiento, exposición o acción específica que se está estudiando. La *comparación* es esencial para evaluar los efectos de la intervención. El *resultado* se refiere a lo medible u observable que se investiga. Por último, el *contexto* proporciona el trasfondo y el entorno en el que se lleva a cabo la investigación. En nuestro escenario, previmos los siguientes componentes:

Población: Niñas, colegio

Intervención: Motivación, inclusión

Comparación: Habilitadores, restricciones

Resultado: Iniciativas

Contexto: STEM

Con base a los términos PICOC, se formuló la siguiente cadena de búsqueda: “*Iniciativas educativas para niñas en STEM*”, los términos alternativos fueron: “*educación STEM en niñas*” e “*incentivar interés de niñas en áreas STEM*” y sus equivalentes en inglés: “*Educational initiatives for girls in STEM*”, “*encourage interest of girls in STEM areas*” y “*STEM education for girls*”. Para este trabajo, la búsqueda se realizó en cinco bases de datos: ACM Digital Library, Google Scholar, IEEE Digital Library, ISI Web of Science y Scopus. Se decidió usar estos motores de búsqueda teniendo en consideración su amplia cobertura de literatura académica relevante en este campo de estudio y porque contienen una amplia gama de fuentes acreditadas. Solo se usaron artículos de investigación en inglés. Cabe resaltar que también se usaron los términos carreras tecnológicas, ICT, ciencia de la computación, ingeniería y computación en reemplazo de STEM.

Asimismo, a partir de la revisión de la literatura, Gutica (2021) recomienda que la reducción de la brecha de género existente tiene 2 desafíos: el reclutamiento y la retención. Los artículos analizados en este trabajo se centran en el primer desafío ya que las intervenciones educativas tendrían como objetivo despertar el interés y la curiosidad, motivar y promover la educación STEM entre niñas. Asimismo, de los resultados obtenidos, se seleccionó las iniciativas de campamentos de verano y workshops por su naturaleza intensa e inmersiva durante un periodo de tiempo corto (pocos días/semanas). Estas iniciativas debían ser gratuitas y en formatos online y presencial. Adicionalmente a ello, se incluyó los juegos serios como iniciativa dado su potencial e impacto positivos que puede tener en la enseñanza de materias STEM, dado que, durante la historia del juego, se provee información al jugador para aumentar conocimientos sobre un tema específico. Para esta revisión, también se tomó en consideración que los artículos hayan realizado un análisis del impacto sobre las estudiantes de la muestra.

En la siguiente sección se describen los trabajos encontrados y organizados en las tres categorías mencionadas anteriormente.

3. Resultados

3.1 Campamentos de verano

Se analizó 3 campamentos de verano realizados en Italia y Estados Unidos. Estos campamentos de verano son gratuitos y están dirigidos a niñas en edad de secundaria y tienen la finalidad de despertar el interés de niñas en STEM a través de la experimentación de diferentes actividades orientadas al aprendizaje de conceptos de computación.

El primer campamento analizado fue Digital Girls. Este es organizado por 2 universidades italianas y fue realizado en modalidad presencial hasta antes de la pandemia y en el 2020, fue realizado de forma completamente online. Faenza et. al. (2021) resalta que este campamento permitió a las niñas un aprendizaje basado en la experimentación con un enfoque en el trabajo de equipo y aprendizaje activo utilizando la programación aplicada en campos creativos e innovadores como programación de videojuegos, fabricación de robots controlados por Arduino, y la interacciones con modelos femeninos de la industria. El campamento está dirigido a niñas que no tengan conocimientos de computación o habilidades digitales. Los autores resaltan la falta de campamentos organizados que sean parcial o totalmente gratis y que la mayoría fueron suspendidos o reorganizados por la pandemia. El formato presencial de este campamento tuvo por

objetivo introducir a las niñas a los conceptos de ciencias de la computación y del mundo tecnológico, así como dar a las niñas un mejor entendimiento de qué es TIC y cómo puede ser aplicado. Asimismo, se trabajó en las habilidades blandas como comunicación, trabajo en equipo y resolución de problemas. En cambio, la edición virtual tuvo dos ediciones, una en la Universidad de Modena y otra en la Universidad de Bologna. La edición de Modena se enfocó en actividades de programación aplicada al desarrollo de sitios webs y videojuegos con Python; mientras que la edición de Bologna consistió en una serie de exposiciones organizadas por expertos internacionales y mujeres en posiciones de liderazgo para promover modelos femeninos a seguir. Los autores aplicaron dos preguntas para medir el cumplimiento de los objetivos. La primera buscaba entender si las participantes adquirieron una idea más precisa de lo que es Ciencias de la Computación. La segunda pregunta medía si hubo un aumento en la apreciación personal de las niñas luego de asistir al campamento. Los autores también resaltan que las actividades presenciales son más efectivas en incrementar la autoconfianza y el uso de laboratorios son una herramienta que ayuda a ello.

El siguiente campamento estudiado fue Girls on the Go. Este campamento está orientado a estudiantes de secundaria que están cerca de terminar el colegio y se busca incentivarlas a seguir una carrera universitaria STEM. El contenido del campamento está diseñado en torno a un proceso centrado en el usuario. Se eligió el zoológico de Cincinnati como el stakeholder para la aplicación con la finalidad de despertar el interés de niñas que no estén familiarizadas con los conceptos de las ciencias de la computación, pero sí del zoológico. Durante la duración del campamento, las niñas recibieron clases grupales de parte del personal del zoológico y realizaban exploraciones en el mismo con el objetivo de recolectar información para el desarrollo de la app. Para el desarrollo de la app, se usó el MIT App Inventor y se usó las técnicas de Kanban y el Método KJ para la identificación de requerimientos. Gannod et al. (2019) resaltan que el campamento contribuye al conocimiento centrándose en las partes colaborativas que incluyen el diseño y creatividad y mientras desarrollan una aplicación móvil que funcione. Los autores realizaron un cuestionario antes y después del campamento que les permita estudiar la actitud en torno a las ciencias de la computación. El cuestionario aplicado constó de 3 partes: identificar el uso de computadoras por parte de los estudiantes, las actitudes en torno a la ciencia, matemáticas y ciencias de la computación, y la experiencia en el trabajo de equipo y, por último, identificar si estas materias fueran consideradas como carreras a seguir por ellas. Los autores concluyeron que hay un cambio positivo en las actitudes de las niñas y un aumento en el conocimiento de conceptos relacionados a las ciencias de la computación.

El último campamento analizado fue miniGEMS que es organizado por la Universidad del Verbo Encarnado en Texas, Estados Unidos, y tiene el objetivo de introducir más niñas a los campos relacionados a STEM. miniGEMS se diferencia de los otros campamentos, porque introduce actividades artísticas en su programa. La inclusión de actividades artísticas provee mayores oportunidades de aprendizaje, satisfacen los intereses de más estudiantes y tiene una relación positiva con el rendimiento académico de los estudiantes. Wang y Frye (2019) resaltan que la integración de las artes en el campamento permitió tener más oportunidades de aprendizaje e interacción con situaciones del mundo real. El programa tiene un especial énfasis en actividades de programación e ingeniería. El currículo incluye actividades como la exploración de las carreras STEM y el uso de la creatividad para el diseño estructural y de ingeniería. Las niñas participantes tenían poco conocimiento de STEM, no conocían ningún científico o

ingeniero en su entorno familiar y no tenían experiencia en campamentos de este tipo. Los investigadores diseñaron un cuestionario para evaluar la experiencia antes, durante y al finalizar el campamento. Adicionalmente, se realizaron entrevistas para conocer las razones por las que no les gustaba la ciencia o la matemática y sus perspectivas con respecto a las carreras STEM y la probabilidad de seguir una. La mayoría de las estudiantes expresaron que querían mayores oportunidades para aprender sobre STEM y creían en sus habilidades para aprender conceptos relacionados. La tabla 1 muestra una comparativa de las principales características de los tres campamentos de verano seleccionados.

Tabla 1. Comparativa de campamentos de verano

Nombre	Modalidad	Edades	Organizador	País	Objetivo(s)	Actividades STEM
Digital Girls	Presencial (pre pandemia) Virtual (pandemia)	12 - 13 años	University of Modena and Reggio Emilia University of Bologna	Italia	Introducir a niñas a los conceptos de ciencias de la computación y del mundo tecnológico, y dar a las niñas un mejor entendimiento de qué es TIC y cómo puede ser aplicado	-Introducción a la programación con Scratch -Introducción a los fundamentos de electrónica usando MakeyMakey -Introducción a Arduino y Visualino -Ensamblaje de un robot -Programación de robot
Girls on the Go: The Mobile Computing College Experience	Presencial	14 - 18 años	Miami University University of Cincinnati Northern Kentucky University	EE.UU.	Motivar a las estudiantes a seguir carreras de ciencias en la universidad	-Speed mentoring con expertos -Visitas al zoológico para recolectar información -Identificación de requerimientos usando Kanban y el método KJ -Desarrollo de aplicación con MIT AppInventor
miniGEMS	Presencial	11 - 13 años	University of the Incarnate Word	EE.UU.	Introducir más mujeres en los campos de STEM e ingeniería despertando el interés de niñas con el uso de actividades de temática STEM	-Clases sobre la definición de ingeniero y científico, y de relación entre la música y la ingeniería -Actividad para introducir conceptos de aerodinámica y de principios estructurales -Uso de software MATLAB para programar robots EV3 -Creación de videojuego propio -Actividades de programación usando los robots EV3

3.2 Workshops

A diferencia de los campamentos de verano, los workshops tienen una menor duración y abarcan sólo uno o dos temas específicos. En este apartado, se analizarán tres workshops con diferentes actividades relacionados al campo de la tecnología y realizados en dos países diferentes: Brasil y Estados Unidos.

El primer workshop fue realizado en Brasil y tenía como objetivo que las niñas desarrollaran aplicaciones y juegos en Scratch, y que tuvieran un aprendizaje activo. Scaico et. al. (como se citó en Souza y Bittencourt 2019) sugiere que el uso de herramientas recreativas en la enseñanza y aprendizaje de programación a adolescentes sin experiencia ayuda a crear experiencias positivas en la práctica. Estas experiencias son importantes, porque los errores en la etapa temprana del aprendizaje tienden a desanimar a los principiantes. Los autores también resaltan que para facilitar el aprendizaje se debe tener un enfoque de aprendizaje-enseñanza que mantenga la atención y la motivación de los alumnos por aprender. Por ello, Souza y Bittencourt (2019) proponen un workshop

con este enfoque basado en desafíos de programación simple a través del desarrollo de juegos y animaciones con Scratch. El workshop duró un día y se dividió en tres desafíos. El primer desafío consistía en animar el gato de Scratch y los otros dos en desarrollar los juegos de PacWoman y Space Invaders usando Scratch. Se debe resaltar que los autores decidieron usar a PacWoman para que las niñas se sientan más familiarizadas con una imagen femenina. Además, se animó a las estudiantes a que crearan sus propios escenarios y objetos para cada proyecto. Los autores también observaron que las dificultades con la lógica de programación eran las más frecuentes, pero que las participantes realizaron las actividades propuestas y demostraron un fuerte interés en completarlas. Asimismo, la interacción entre participantes propició el intercambio de ideas y la colaboración entre las participantes. Los autores aplicaron una encuesta antes y después del workshop y concluyeron que las participantes ya tenían un interés previo en la computación y que su percepción positiva por el campo se incrementó.

El segundo workshop también fue realizado en Brasil. Ameral et al. (2015) sugiere que la Interacción Humano Computador (HCI) puede impactar positivamente el interés en carreras de Ciencias de la Computación (CS), ya que tiene una naturaleza interdisciplinaria y permite la exploración entre las CS y de otras disciplinas que puedan interesar a las niñas. Adicionalmente, el desarrollo de aplicaciones HCI requiere de habilidades de comunicación, por lo que esto también ayuda a las niñas a comprender que las ciencias de la computación involucran contacto directo con la gente y ayuda a la eliminación del estereotipo de que los profesionales en este campo son *nerds* con pocas habilidades de comunicación. Para este workshop, se decidió una actividad del proyecto CS Unplugged llamada “La Fábrica de Chocolate”. El workshop fue dictado en tres diferentes escuelas públicas del estado de Paraná y las niñas tenían una edad y un estatus socioeconómico parecidos. Se realizaron cuatro experimentos que se realizaron en un día con una duración de tres horas. La primera actividad consistió en explicarles a las niñas el objetivo del experimento y de organizar grupos. La segunda actividad fue realizar una encuesta para conocer la frecuencia y el propósito del uso de dispositivos electrónicos y su percepción sobre los cursos de ciencias de la computación y sus intenciones de carrera. La tercera actividad consistió en la realización de las tareas dentro del proyecto. A través de las actividades de “La Fábrica de Chocolate”, las niñas aprendieron conceptos de HCI como affordance, mapping, diseño, etc. Los autores consideran que el uso de estrategias HCI puede ayudar a que las niñas dejen de considerar a la computación como una ciencia difícil y que es necesario la realización de acciones para que se desmitifique las ideas erróneas que las niñas puedan tener sobre computación.

El último workshop estudiado fue realizado en Estados Unidos y duró un día. La temática fue enseñar el desarrollo de videojuegos a las niñas. A diferencia de los workshops mencionados anteriores, este workshop incluye actividades fomentaban la autoidentificación de las niñas con carreras dentro del campo de las Ciencias de la Computación (CS). Varios estudios sugieren que si las niñas se ven reflejadas en un rango de posibles identidades dentro del campo de las CS es más probable que se adhieran a esta identidad objetiva y estén motivadas a comportarse de cierta manera para preservarla. Además, si las niñas tienen experiencias positivas con ciertos temas, es más probable que estén motivadas a invertir tiempo y energía en aprenderlas. Tomando en consideración ello, se eligió el diseño de juegos para estimular el interés de niñas en torno a la computación, ya que ellas disfrutaban de jugar videojuegos y estos les permiten explorar nuevas identidades relacionadas a las CS mediante la aplicación de ideas y prácticas

computacionales. El workshop fue dividido en dos partes. En la primera parte, se realizó una presentación relacionada a la historia de los juegos, los géneros existentes e información sobre mujeres diseñadoras y/o desarrolladores de videojuegos y se dio una introducción al desarrollo en Unity y a la explicación del juego 2D que iban a mejorar. La segunda parte estuvo enfocada en que las participantes desarrollen sus juegos, apliquen lo aprendido. El workshop fue dictado por facilitadoras mujeres, ya que facilitadores del mismo género pueden mejorar el éxito de la experiencia. Los autores resaltan que al tener facilitadoras mujeres se buscaba crear un ambiente seguro y auténtico para que las niñas pudieran explorar las diversas identidades en CS, tengan modelos positivos a seguir y ayudarlas a explorar cómo las CS pueden relacionarse con sus vidas futuras. Se realizó una encuesta realizada antes y después del workshop e incluyó preguntas para evaluar las habilidades de computación, sus habilidades con respecto a sus amigos y el nivel de apoyo de sus familias. Los autores concluyen que el workshop contribuyó a una actitud más positiva de las estudiantes con respecto a las carreras de computación y resaltan que las niñas se involucraron activamente en las tareas usando recursos de programación de manera creativa (Akkuş et al. 2017).

Este tipo de iniciativa requiere de una menor inversión que los campamentos de verano, ya que no requieren la misma logística ni inversión. Los workshops duran aproximadamente un día y por su corta duración, abarcan un tema en específico con actividades STEM relacionadas a ella. Sin embargo, su impacto no es menor. Varios estudios sugieren que los workshops tienen el potencial de empoderar a las niñas a verse como personas entusiastas sobre tecnología y motivarlas a que la consideren como opciones de carrera en el futuro (Akkuş et al. 2017). Los workshops incluidos en este artículo también fueron gratuitos. Asimismo, se observa similitudes entre ambas iniciativas, puesto que, en primer lugar, son realizadas solo para niñas con la finalidad que se sientan más seguras, desarrollen un sentido de identidad y pertenencia, y participen e interactúan más; en segundo lugar, el staff es, su mayoría o completamente, femenino con la finalidad de visibilizar a profesionales que ejercen la carrera y puedan compartir sus experiencias con ellas y, por último, tienen actividades que buscan crear experiencias de aprendizaje positivas con el campo de STEM. La tabla 2 resume las principales actividades realizadas en los tres workshops seleccionados.

Tabla 2. Comparativa de workshops

Artículo	Edades	País	Objetivo	Actividades STEM
Programming Workshop with Playful Environments for Girls	12 - 16 años	Brasil	Desarrollo aplicaciones y juegos en Scratch, y aprendizaje a través de descubrimiento	-Actividades de animación del gato de Scratch -Adaptación del juego PacWoman en Scratch -Adaptación del juego Space Invaders en Scratch
Introducing Computer Science to Brazilian Girls in Elementary School Through HCI Concepts	12 - 17 años	Brasil	Promover interés de niñas en Ciencias de la Computación usando la actividad "La Fábrica de Chocolate" del proyecto de CS Unplugged	Actividades que componen "La Fábrica de Chocolate": -Diseño de nuevas puertas para los Oompa-Lompas -Diseño de una cocina para distribuir mejor los botones -Planear un sistema de alertas -Crear una solución para guardar utensilios -Crear un panel de control con botones para cada operación
Development of a game-design workshop to promote young girls' interest towards computing through identity exploration	12 - 16 años	EE.UU.	Introducir a niñas al desarrollo de videojuegos para cambiar su percepción de las Ciencias de la Computación	Workshop 1: Introducción a los videojuegos. Actividades para aprender sobre la historia de los videojuegos, los géneros de videojuegos, información de mujeres diseñadoras y desarrolladoras, fundamentos del desarrollo de juegos en Unity y actividades para mejorar un juego 2D Workshop 2: Actividades para desarrollo de juego 2D en Unity

3.3 Juegos serios

La última iniciativa estudiada son los juegos serios, ya que existe un interés creciente por el potencial del aprendizaje basado en juegos en la educación STEM. Esto se debe a que los juegos educativos tienen el potencial de transformar la enseñanza y aprendizaje STEM, porque pueden simular la complejidad del mundo real y hace del aprendizaje esté más conectado a la vida personal de sus estudiantes, es decir, permite que los estudiantes hagan asociaciones de lo aprendido con el mundo real (Meluso et. al. 2012). Además, los juegos educativos tienen la capacidad de promover el aprendizaje y la adquisición de habilidades, puesto que, durante el juego, los estudiantes necesitan resolver problemas y completar desafíos que sean relevantes al contenido del curso del juego (Wang y Zeng 2021). Asimismo, Meluso et. al. (2012) sugiere que estos juegos pueden incrementar la autoestima de los estudiantes con especial énfasis en autoeficacia científica, que es un importante predictor del rendimiento de los alumnos en esta área. Incrementar esta autoeficacia puede incrementar el interés de los niños en las materias de ciencias e incrementar su interés en carreras relacionadas a ellas. Stewart-Gardiner et. al. (2013) resalta que a las niñas les gusta crear y jugar juegos de computadora. Sin embargo, es mayor la cantidad de niños que niñas que juegan y esta exposición temprana que tienen les da una ventaja en lo que respecta a habilidades computacionales y confianza. Se analizó 2 estudios de aplicación de juegos serios con la finalidad de conocer si los juegos fueron efectivos para aumentar el conocimiento de los niños en las materias de ciencias y aumentar su autoeficacia.

El primer estudio fue realizado en un colegio en China y participaron 93 niños de 12 años. Wang y Zheng (2021) tenían objetivo comparar la efectividad del juego digital, no digital y de la enseñanza tradicional. Se dividió a los niños en 3 grupos. El primer grupo usó un juego digital de rompecabezas llamado Lazors. El segundo grupo usó el juego no digital de cartas llamado Lazer Maze. En ambos juegos, los jugadores tenían que usar espejos y mover los bloques para reflejar el láser y lograr que golpee al objetivo. Ambos juegos son buenos para enseñar sobre óptica. La diferencia entre ambos es que Lazer Maze permite a los jugadores elegir libremente los desafíos, mientras que Lazors requiere que se completen los desafíos en orden. Para ambos grupos de aprendizaje basado en juegos, el profesor explicó el tema, los objetivos de aprendizaje y las reglas del juego por 15 minutos y luego los estudiantes empezaron a jugar e investigar sobre el reflejo de la luz. Luego de 25 minutos, el profesor y los alumnos comentaron lo aprendido del juego y resumieron el contenido. El grupo de enseñanza tradicional tuvo una dinámica similar. El profesor explicó por 15 minutos los conceptos introductorios, objetivos, etc. y usó el resto del tiempo para realizar experimentos y ejemplos sobre el tema. Se realizó un cuestionario de 36 preguntas para medir el aprendizaje antes y después, y se usó el análisis de covarianza ANCOVA. Los autores concluyen que los estudiantes tenían un nivel de conocimiento similar antes del experimento. En cambio, los resultados del cuestionario después del experimento sí mostraron diferencias. Los grupos que usaron juegos tuvieron mejores resultados que el grupo de enseñanza tradicional. Los investigadores también midieron la autoeficacia de los 3 grupos y concluyeron que los grupos que usaron juegos tuvieron un mejor resultado. Por último, los autores resaltan que el uso de juegos educativos permite que los estudiantes se involucren activamente en el aprendizaje de los conceptos científicos, puesto que tienen que aplicar lo aprendido para resolver problemas y completar desafíos. Los autores también concluyen que el grupo que usó juego digital tuvo una mayor autoeficacia, ya que los juegos digitales son más fáciles de usar,

simplifica la dificultad del juego y permite que los estudiantes reciban una retroalimentación más explícita y directa. En cambio, un juego no digital requiere que los estudiantes inviertan más tiempo para entender cómo funciona.

El segundo estudio fue realizado en Estados Unidos y participaron 57 estudiantes entre 11 y 14 años, de los cuales 41 eran niñas y 16 niños. Stewart-Gardiner et al. (2013) resalta que, en la encuesta aplicada antes del juego, el 89% de estudiantes estaban cómodos con el uso de una computadora y que, del porcentaje de niñas, 66% mencionaron a un curso de matemáticas y ciencias como su favorito, 77% de ellas mencionaron que disfrutaban jugar juegos de computadores y 88% consideran que estudiar usando las computadoras es divertido. Para este estudio, los niños fueron incluidos como un grupo de control, puesto que se sabe que la mayoría de los niños disfrutaban de los juegos. Los autores usaron el juego “Gram 's House” que se centra en la historia de una mujer joven Amy, graduada de la carrera de ciencias de la computación, que tiene que adecuar la casa de su abuela con herramientas tecnológicas para facilitar su independencia de forma segura. Además, los jugadores tenían que balancear varias métricas como la felicidad e independencia de Gram, la abuela, y el consumo energético de los dispositivos usados. Los autores tenían como objetivos alentar a las niñas a ver las ciencias de la computación como una buena carrera para ellas y aumentar su confianza mostrándoles que pueden aprender de manera exitosa conceptos de ciencias de la computación. Los autores eligieron este juego porque es una historia sobre ayudar a otros y era un rompecabezas, género en el que las niñas muestran interés. Los conceptos aprendidos en la primera parte del juego fueron número binarios y teorema del color y, en la segunda parte, organización de data en categorías y subcategorías. Los alumnos jugaron una hora durante cinco semanas y tenían la oportunidad de intentar de nuevo si fallaban en la actividad. Para el final del estudio, quedaron 27 niñas y ocho niños. Stewart-Gardiner et al. (2013) resalta que 90% del 28.5% de las niñas consideraban que ahora disfrutaban más de jugar juegos de computadora que antes del piloto. Los autores concluyen que el juego aumentó su interés en jugar juegos similares. Incluso demostraron interés en continuar jugando y agregando sus diseños al juego en casa. Además, se debe resaltar de esta experiencia que el equipo que desarrolló el juego y, que se encargó de dirigir la actividad fue femenino en su totalidad. Esto con la finalidad que las niñas puedan verse reflejadas como futuras estudiantes de ciencias de la computación como sus modelos a seguir.

Las experiencias mencionadas demuestran que el uso de juegos educativos permite crear experiencias positivas con la tecnología y son útiles para enseñar sobre conceptos STEM e influir en que los niños desarrollen sus habilidades digitales. Los juegos pueden abarcar más de un objetivo de enseñanza que se desarrolla durante la historia del juego. En cambio, en la enseñanza tradicional, los estudiantes son aprendices pasivos y no aplican los nuevos conocimientos a la resolución de problemas.

4. Discusión

Las tres iniciativas revisadas cumplen con el objetivo de despertar el interés y la curiosidad de las niñas por la educación STEM. Asimismo, tienen en común la realización de actividades que fomentan el aprendizaje activo y buscan motivar el interés en esta rama creando experiencias positivas. No obstante, se diferencian en el alcance y el impacto que pueden tener. Tanto los campamentos y workshops tienen un alcance limitado por la inversión y los costos que involucran. Los campamentos de verano realizan un filtro previo para seleccionar a las niñas participantes. Los workshops no realizan filtros en la

inscripción, pero Delgado et al. (2021) resalta que la participación de niñas en workshops presenciales, sobre todo de las que viven en provincia, se ve reducida por los costos de transporte y tiempo por la distancia. En cambio, los videojuegos no tienen estas limitaciones y tienen el potencial de crear experiencias tecnológicas que acerquen a los niños a las disciplinas STEM. Ball et al. (2020) sugiere que el uso de videojuegos contribuye al desarrollo de habilidades tecnológicas y comodidad usándola lo que contribuye a aumentar el interés de las niñas por estas disciplinas y/o desarrollar una imagen positiva de las mismas. Los autores resaltan que los videojuegos pueden ayudar a los niños que no tienen mucho acceso a dispositivos tecnológicos y, por ende, han desarrollado menos estas habilidades a nivelarse con los niños que sí y aumentar su autoeficacia computacional. También sugieren que una mayor autoeficacia en juegos y mayor tiempo jugándolo tienen relación con actitudes positivas en torno a STEM y mayor interés en estas carreras. Sin embargo, existen limitaciones con respecto a la efectividad de las intervenciones educativas para niñas. A largo plazo, no hay estudios que comprueben que las iniciativas educativas fueron efectivas para aumentar el número de mujeres STEM. A pesar de ello, a corto plazo, los resultados de las encuestas aplicadas son positivos y alentadores, puesto que demuestran un aumento en la motivación, interés y conocimiento de las niñas.

5. Conclusiones

En este trabajo se presentó una revisión de la literatura en inglés sobre iniciativas para promover la participación de las niñas en áreas de STEM. Así mismo, los trabajos encontrados fueron organizados en tres categorías (campamentos de verano, workshops y juegos serios); en resumen, la falta de participación de mujeres en los campos STEM está influida por diversos factores. Sin embargo, la influencia de los estereotipos existentes, la falta de modelos a seguir y la falta de información en torno a estas carreras son las que tienen más influencia en la desmotivación y baja participación de las niñas en estas áreas. Aunque en la literatura encontramos diferentes iniciativas educativas que buscan abordar estos problemas a través de la generación de experiencias positivas con actividades de temática STEM (desarrollo de habilidades tecnológicas, la interacción con mujeres profesionales en el campo), todavía es insuficiente las propuestas planteadas. Así mismo, se ha identificado que, aunque existen varias propuestas tecnológicas (por ejemplo, juegos serios), estas no son documentadas en artículos. Como parte de los trabajos futuros, se plantea extender el dominio de búsqueda en propuestas no documentadas, probar nuevas cadenas de búsqueda y abarcar otros rangos de edad (por ejemplo, adolescentes).

6. Bibliografía

- Akkuş Çakır, N., Gass, A., Foster, A., & Lee, F. J. (2017). Development of a game-design workshop to promote young girls' interest towards computing through identity exploration. *Computers and Education*, 108, 115–130. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.02.002>
- Amaral, M. A., Bim, S. A., Boscarioli, C., & Maciel, C. (2015). Introducing computer science to Brazilian girls in elementary school through HCI concepts. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9187, 141–152. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20898-5_14

- Avolio, B. (2021). Peruvian Women's Underrepresentation in Science and Technology: Strategic Guidelines. *Global Business Review*.
<https://doi.org/10.1177/09721509211029727>
- Ball, C., Huang, K. T., Cotten, S. R., & Rikard, R. v. (2020). Gaming the SySTEM: The Relationship Between Video Games and the Digital and STEM Divides. *Games and Culture*, 15(5), 501–528. <https://doi.org/10.1177/1555412018812513>
- Concytec (2016). I Censo Nacional de Investigación y Desarrollo a Centros de Investigación. Concytec. https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/censo_2016/libro_censo_nacional.pdf
- Delgado, A., Rosa, A., Marotta, A., Sanz, C., Sosa, R., Marzoa, M., & Etcheverry, L. (2021). An experience on virtual hands-on workshops to bring teenage girls to Computer Science in Uruguay. <https://programafrida.net/archivos/project/promoviendo-carreras-de-tics-en-adolescentes-de-secundaria-en-uruguay>
- Faenza, F., Canali, C., Colajanni, M., & Carbonaro, A. (2021). The digital girls response to pandemic: Impacts of in presence and online extracurricular activities on girls future academic choices. *Education Sciences*, 11(11).
<https://doi.org/10.3390/educsci11110715>
- Fondo de las Naciones Unidas para los Niños y Hiperderecho (2022). Resultados del “Estudio exploratorio sobre brechas digitales de género en población adolescente en Perú”. <https://www.unicef.org/peru/informes/estudio-exploratorio-sobre-brechas-digitales-de-genero-en-poblacion-adolescente-en-peru>
- Foro Económico Mundial (2020). The future of Jobs Report 2020. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>
- Gannod, G. C., Burge, J. E., Mcle, V., Doyle, M., & Davis, K. C. (2015). Increasing awareness of computer science in high school girls. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2015-February* (February).
<https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044456>
- Gutica, M. (2021). Fostering High School Girls' Interest and Attainment in Computer Science. *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE*, 471–477. <https://doi.org/10.1145/3430665.3456353>
- Holanda, M. y Da Silva, D. (2021). Latin American Women and Computer Science: A Systematic Literature Mapping. *IEEE Transactions on Education*, 1–17.
<https://doi.org/10.1109/TE.2021.3115460>
- ManpowerGroup (2018). Resolviendo la Escasez de Talento: Construir, Adquirir, Tomar prestado y tender puentes. ManpowerGroup.
<http://www.manpower.com.pe/mpintranet/publicaciones/5686-7070551448398.pdf>
- Meluso, A., Zheng, M., Spires, H. A., & Lester, J. (2012). Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning. *Computers and Education*, 59(2), 497–504. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.019>
- Petticrew, M., Roberts, H. (2008). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons.

- Souza, S. M., & Bittencourt, R. A. (2019). Computer Programming Workshops with Playful Environments for Middle School Girls. Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2018-October. <https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8659111>
- Starr, C. R. (2018). "I'm Not a Science Nerd!": STEM Stereotypes, Identity, and Motivation Among Undergraduate Women. *Psychology of Women Quarterly*, 42(4). <https://doi.org/10.1177/0361684318793848>
- Stewart-Gardiner, C., Carmichael, G., Latham, J., Lozano, N., & Greene, J. (2013). Influencing middle school girls to study computer science through educational computer games. *J. Comput. Sci. Coll.* 28, 6 (June 2013), 90–97.
- SUNEDU (2020). II Informe bienal sobre la realidad universitaria en el Perú. Sunedu. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/6911>
- Wang, C., & Frye, M. (2019). MiniGEMS 2018 Summer Camp Evaluation: Empowering Middle School Girls in STEAM. 2019 9th IEEE Integrated STEM Education Conference, ISEC 2019. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2019.8881981>
- Wang, M., & Zheng, X. (2021). Using Game-Based Learning to Support Learning Science: A Study with Middle School Students. *Asia-Pacific Education Researcher*, 30(2), 167–176. <https://doi.org/10.1007/s40299-020-00523-z>