

Frente a la brecha de género en STEM: diseño de un juego didáctico con marco inclusivo

Facing the Gender Gap in STEM: Designing of an Educational Game with an Inclusive Framework

Luis Miguel García-Velázquez 

ENES Morelia, UNAM

México

luism_garcia@enesmorelia.unam.mx

María Lucrecia Beltz González 

ENES Morelia, UNAM

México

beltzlucrecia@gmail.com

Resumen. La invisibilización de las contribuciones de mujeres en ciencia y tecnología, sumado a la presencia de características propias del dominio masculino en los estereotipos en matemáticas, son factores que inciden en la brecha de género en STEM. En este artículo se presenta la ruta de diseño de un juego didáctico centrado en optimización y se describen las formas en que provoca la conceptualización de los números negativos y sus propiedades, haciendo uso de un material que motiva el reconocimiento de aportaciones de mujeres en STEM y la reflexión sobre las condiciones estructurales de inequidad que enfrentan al insertarse en el área. La propuesta se concibe en un marco de principios de diseño que busca proveer condiciones de diversidad y equidad desde la didáctica de las matemáticas; además, se ofrece un marco interpretativo con perspectiva de género que permita reconocer claves para orientar la reflexión y la sensibilización sobre esta problemática social al introducir el juego en distintos espacios escolares.

Palabras clave: Educación STEM; Brecha de género; Diseño didáctico; Juego didáctico.

Abstract. The invisibility of women's contributions in science and technology, combined with the presence of male-dominant characteristics in stereotypes about mathematics, are factors that contribute to the gender gap in STEM. This article presents the design process of an educational game focused on optimization and describes the ways in which it fosters the conceptualization of negative numbers and their properties. The game uses cards that highlight the contribution of women in STEM and encourage reflection on the structural inequities they face when entering the field. The proposal is framed within design principles that aim to promote diversity and equity in mathematics education. Additionally, it offers an interpretive framework with a gender perspective to guide

reflection and raise awareness about this social issue when introducing the game in different school settings.

Keywords: STEM Education; Gender gap; Educational design; Educational game.

Introducción

La brecha de género en STEM es una problemática observable en múltiples escalas. En educación superior, la participación de las mujeres se ha establecido en un 35% a nivel mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2019), lo que incide directamente en un desbalance en la investigación científica, donde la participación es inferior al 30% (UNESCO, 2019). Esta problemática se refleja a su vez en escalas locales. En México, el 38% de las personas que estudian licenciaturas STEM son mujeres (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2023); además de estas mujeres únicamente el 12% consigue graduarse y sólo cuatro de diez se incorpora al ámbito laboral (Hernández, 2021). Como resultado de esta baja representatividad, en México solamente el 30% de las profesionistas en áreas STEM son mujeres (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2024).

En un estudio cualitativo y cuantitativo realizado por UNICEF (2023) se identificó que, con frecuencia, las niñas enfrentan obstáculos para progresar en su educación debido a discriminación, prejuicios, convenciones sociales y expectativas que influyen en la calidad de su formación académica y en las áreas de estudio que eligen; además, la ausencia de referentes femeninos visibles afecta a las niñas en la educación STEM, pues, históricamente, las mujeres han estado infrarrepresentadas.

Como parte de los obstáculos que mantienen la brecha se identifican creencias que surgen desde las aulas. Espinosa (2021) ahonda en ello en la identificación de rasgos del dominio matemático que se asocian con valores masculinos, como la competitividad, el individualismo y la racionalidad libre de afectos; estos atributos contribuyen a la construcción de estereotipos masculinizados, que se vinculan al interés —o la falta de— por la materia, a la selección de estrategias de enseñanza y a la construcción del autoconcepto frente a las matemáticas (Espinosa, 2021). Este estereotipo influye en que las personas reconozcan o no las matemáticas como un campo al que pueden pertenecer, lo que incide en la decisión de estudiar o no una licenciatura en el área.

De la revisión de factores participantes en esta problemática conviene dirigir la atención a las estrategias equitativas para enseñar las asignaturas afines a STEM y para sensibilizar sobre el tema. Por ejemplo, promover una multiplicidad de ideas en el aula –a partir de una misma consigna– es un enfoque favorable para la equidad en matemáticas, pues puede favorecer la expresión del pensamiento matemático de estudiantes en grupos minoritarios y promover una mayor interacción sobre matemáticas con sus docentes (Tang et al, 2017;

Vithal et al., 2023); en el caso de las alumnas, se ha visto que esto les genera mayor confianza al hacer matemáticas (Tang et al, 2017).

Adicionalmente, los juegos didácticos colaborativos han mostrado su efectividad como estrategia frente a la brecha de género en STEM. En la enseñanza de las ciencias computacionales, por ejemplo, se ha encontrado que promueven un mayor compromiso de las alumnas (Mozelius & Humble, 2023) hasta alcanzar un comportamiento equiparable al de los alumnos, que se refleja en mayor equidad en logros de aprendizaje vinculados a la resolución de problemas (Buffum et al, 2016; Holly et al., 2024); esto en contraposición con enfoques competitivos.

Frente a los estereotipos de género, juegos didácticos que los abordan explícitamente han obtenido resultados positivos para despertar conciencia en el estudiantado de educación básica (10 a 13 años) en México (Barrera et al., 2025). La evidencia sugiere el potencial de los juegos didácticos en la enseñanza en STEM, lo que hace factible considerar un diseño focalizado tanto en motivar la actividad matemática equitativa como en sensibilizar en materia de género y STEM.

El objetivo del presente estudio es valorar el potencial de un juego didáctico colaborativo para progresar en estrategias matemáticas de forma equitativa, al tiempo que motive reflexiones constructivas frente a la brecha de género en STEM. Las preguntas de investigación son (1) ¿cuál es el potencial de un juego didáctico con perspectiva de género para promover una diversidad de ideas matemáticas en el aula, con la intención de generar un ambiente de aprendizaje equitativo? y (2) ¿qué reflexiones se pueden convocar sobre la ausencia de referentes profesionales femeninos y la prevalencia de rasgos de dominio masculino en la actividad matemática, a partir de un juego didáctico en matemáticas?

Marco teórico

Para Brousseau (2006), una situación didáctica es una actividad problematizadora que permite modelar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Está diseñada para que el estudiantado explore, interactúe y construya su conocimiento de manera autónoma, participando activamente para encontrar el resultado. Para que esta situación conduzca al aprendizaje, quienes aprenden no deben conocer la respuesta esperada anticipadamente, sino enfrentarse a una dificultad que les motive a modificar sus estrategias cognitivas para encontrar una solución.

Una actividad matemática que incorpore el juego puede ser un caso particular de situación didáctica si motiva la construcción de conocimiento matemático a partir de la exploración de materiales y reglas en un entorno lúdico (Dienes, 2000). En ese contexto, el juego se presenta como una herramienta educativa para el aprendizaje matemático, donde el estudiantado descubre patrones y relaciones matemáticas de forma intuitiva, antes de que estos conceptos sean formalizados y simbolizados.

Al realizar el diseño de una situación o un juego didáctico, conviene adoptar una metodología que sustente la toma de decisiones desde la teoría, que además facilite el posterior estudio de su funcionamiento con énfasis en los medios que sostienen la progresión de ideas matemáticas; una forma concreta de hacerlo es la adopción de principios de diseño didáctico (Komatsu et al., 2025).

La Red de Enseñanza Creativa de las Matemáticas (RECREA-Matemáticas) es un colectivo interinstitucional que promueve una visión de las matemáticas como actividad que fomenta el desarrollo creativo, conceptual y emocional (RECREA-Matemáticas, 2022). Nuestra propuesta fue realizada en el marco de diseño propuesto por dicha Red, que ha seleccionado un conjunto de principios para motivar la inclusión y la diversidad (RECREA-Matemáticas, 2021). Alvarado-Monroy y García-Velázquez (2024) han observado que un diseño didáctico concebido con este conjunto de principios activa el compromiso al abordar un reto en la disciplina, despertando la curiosidad y el deseo de actuar como impulsores de la confianza en la capacidad personal. Estos principios son:

1. *Necesidad intelectual.* La base de este principio es la necesidad personal de alcanzar el equilibrio aprendiendo un nuevo conjunto de conocimientos al enfrentar una situación problemática que no puede resolver con el conocimiento actual (Harel, 2013). Harel sostiene que el aprendizaje de las matemáticas se detona a partir de una necesidad intelectual genuina de las y los estudiantes, lo que permite que el conocimiento sea significativo y justificado desde su propia perspectiva (Harel, 2013). Para ello identifica necesidades de certeza, de causalidad, de cálculo, de comunicación y de estructura, que pueden coexistir al desarrollar una misma actividad.
1. *Espacio para el juego y la exploración.* La enseñanza de las matemáticas puede equilibrarse entre técnicas formales e intuitivas (Dienes, 2000), a partir de juegos, Dienes propone que el proceso de aprendizaje se desarrolla en seis etapas progresivas que permiten a las y los estudiantes explorar y descubrir cosas, que posteriormente se formalizarán en conceptos matemáticos. Las etapas que describe son (a) interacción libre, (b) juego con reglas, (c) comparación de modelos, (d) representación conceptual, (e) identificación de propiedades y simbolización y (f) sistematización y formalización. La exploración comprometida con las reglas de un juego, por ejemplo, promueve que cada participante las acepte voluntariamente, les dé sentido matemático y, en consecuencia, las disfrute (Nicolopoulou & Cole, 1993, como se citó en Forman et al., 2023).
2. *Emergencia de la estructura matemática.* Para Stroup et al. (2007), el conocimiento matemático puede detonarse a partir de la interacción entre las y los estudiantes, en un entorno favorable de aprendizaje, con actividades diseñadas para la exploración en grupo, donde existan múltiples formas de llegar al resultado en contextos diversos. Así, aprender no se piensa como un proceso lineal, sino como una emergencia dinámica donde conceptos muy intuitivos pueden transformarse

durante la actividad para adquirir mayor complejidad (Stroup et al., 2005). Los patrones o regularidades que surgen de las respuestas del grupo motivan la abstracción matemática a través del compromiso y la interacción social (Stroup et al., 2007).

3. *Autoevaluación.* Las actividades deben estar diseñadas de manera que las y los estudiantes puedan evaluar de forma autónoma la calidad y utilidad de sus soluciones sin depender constantemente de quien facilita (Lesh et al., 2000). Se espera que la actividad tenga propósitos claros para que el alumnado no sólo resuelva los problemas, sino que además tenga un proceso de refinamiento en el que podrá integrar fortalezas, seleccionar ideas sólidas y hacer las adaptaciones de lo que requiera actualizarse (Lesh et al., 2000).

Barrera et al. (2025) han comprobado el potencial de los juegos didácticos para sensibilizar sobre estereotipos de género y desplegar las reflexiones del alumnado. Para aproximarse a conversaciones semejantes, Verdugo-Castro et al. (2022) proponen cinco dimensiones clave para interpretar opiniones de estudiantes a partir de sus percepciones sobre STEM, de las cuales retomaremos tres por su vinculación con la disponibilidad de referentes (por género) en las áreas:

- Roles y patrones de género: creencias generalizadas que establecen una división entre las profesiones a partir de una lógica binaria basada en el género.
- Expectativas sobre la ciencia: aquellos logros que se esperan de una persona en esta área.
- Percepción y autoconcepción: disminución del interés en acceder al área o continuar en ella a partir de la diferencia entre la percepción propia y del entorno, con aquello que se imagina como requerido por el dominio.

Metodología

La investigación basada en diseño (IBD) es un paradigma metodológico que consiste en examinar el proceso de aprendizaje en situaciones concretas a través del diseño y el estudio sistemático de enfoques específicos de aprendizaje, estrategias y herramientas pedagógicas.

El diseño de situaciones didácticas, bajo el esquema de IBD, ocurre en un proceso cíclico progresivo de revisión y refinamiento. Se examina mediante tres procesos centrales: la problematización contextualizada, el diseño de una intervención y la valoración de su uso después de implementarlo (Obczovsky et al., 2025). Siguiendo a Bakker y van Eerde (2014), al diseñar se realiza una simulación mental sobre cómo las personas responderán a herramientas o actividades, basadas en su conocimiento práctico y teórico; por ello, se considera que la IBD tiene componentes prospectivos y reflexivos -o retrospectivos-, los cuales no necesitan ser separados por un experimento de enseñanza. Además, realizar la investigación de forma contextualizada habilita la producción de conocimiento situado y

propicia la expansión focalizada de la teoría con aplicaciones claras hacia la práctica (Fowler et al, 2023, Komatsu et al., 2025).

En este estudio, de carácter exploratorio, se realizaron tres ciclos iterativos siguiendo las fases propuestas por Cobb y Gravemeijer (2008): (1) preparación para el experimento y análisis prospectivo, (2) experimentación y, (3) análisis retrospectivo. En tanto que se pretende refinar un juego didáctico colaborativo accesible que motive una diversidad de estrategias matemáticas, al tiempo que se valore su potencial para producir reflexiones constructivas frente a la brecha de género en STEM, las implementaciones se han realizado con grupos reducidos de distintos niveles de escolaridad. En atención a este propósito, se recopila, sistematiza y analiza información sobre las ideas matemáticas emergentes, así como sobre las reflexiones planteadas por el alumnado.

Primera idea

La idea que inspira este trabajo se originó en el seminario de diseño didáctico convocado por RECREA-Matemáticas¹. El diseño se dirigió a la Fase 6 de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), que representa a la Educación Secundaria (12 a 14 años), dentro del campo formativo Saberes y Pensamiento Científico de la asignatura de Matemáticas, bajo el diálogo “Analizamos el desarrollo de la relación entre ciencia y tecnología a lo largo de la historia para comprender su incidencia en la transformación de la sociedad” (Secretaría de Educación Pública, 2024). En él, se exploraban y documentaban eventos históricos de ciencia y tecnología para confeccionar un conjunto de cartas, cada una con un dibujo alusivo a un evento -frente- y su año -reverso-. Posteriormente, se proponía un juego para ubicar correctamente las cartas en una línea de tiempo, por turnos, sin tener a la vista las marcas temporales. Finalmente, se aprovechaba el análisis de la línea para motivar la conceptualización de los números negativos.

En el seminario, se sugirió reorientar el juego para visibilizar la aportación de las mujeres en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, habilitar la emergencia de los contenidos matemáticos y eliminar la competencia que promovía la asignación de puntos. Esto dio lugar a la reelaboración del juego y a los ciclos de diseño que se describen a continuación. La intención fue presentar un juego interesante para proponer estrategias de optimización sin requerir conocimientos matemáticos demasiado especializados; sin embargo, se buscó la posibilidad de profundizar en contenidos más elevados al plantearse a grupos de niveles educativos superiores.

Primer ciclo de diseño

La enseñanza de las matemáticas en la educación básica incide directamente en que haya o no motivación para profundizar en el aprendizaje matemático en etapas superiores; los afectos negativos generados hacia esta disciplina, como el temor o la falta de confianza en

las propias habilidades, influye en la elección de una profesión que no incluya las matemáticas en su proceso formativo, acrecentando la brecha en STEM. Por esta razón, el ciclo inicial se orientó hacia este nivel educativo.

La situación didáctica comienza con un conjunto de 28 cartas que contienen nombres y aportaciones de mujeres en áreas STEM, así como el año aproximado en el ocurrieron (Figura 1). Al diseñarlo, se cuidaron criterios como la pluralidad de áreas, la variedad de períodos históricos (incluyendo recientes), la inclusión de grupos minoritarios y la diversidad geográfica; las cartas se pueden ver en el Anexo 1. Se explora en voz alta la información contenida en las cartas y se realiza una línea temporal con ellas, de forma grupal. Se introducen preguntas al estudiantado con el objetivo de observar la desigualdad en el reconocimiento de los logros de las mujeres -en comparación con los de los hombres- en las áreas STEM, así como identificar las condiciones históricas inequitativas para las mujeres en términos de su participación en la ciencia y la tecnología.



Figura 1. Ejemplo de carta informativa de frente y reverso

Luego, se forman equipos y se entregan mazos de 28 cartas a cada uno. En la versión de este ciclo, se invitaba al grupo a jugar a partir de una historia de ciencia ficción. La protagonista era una viajera del tiempo que visitaba momentos históricos de importancia científica y tecnológica para recuperar información sobre aportaciones de mujeres; al seguir las reglas del juego el alumnado le ayudaba a organizarla.

A grandes rasgos, el juego consiste en configurar un acomodo que maximice un resultado final, mismo que se obtiene a partir de sumas de números enteros positivos y negativos, que dependen del orden en que se van colocando las cartas en la mesa. Una forma de presentar la dinámica es la siguiente:

Se distribuyen las cartas de forma circular entre todas las personas y se elige quién es la persona que comienza. Siguiendo turnos en el sentido de las manecillas del reloj, después de bajar la primera carta, cada vez que se baja otra se apunta en el cuaderno el resultado de restar la que se acaba de bajar menos la última que se había bajado. Cuando se han terminado de bajar todas las cartas, se suman todos los números del

cuaderno. ¿Cuál es la estrategia que consigue el número más grande posible como resultado final?

Primero, se experimenta dentro de los equipos para asegurar que se han entendido las reglas del juego; después, se organiza un momento donde cada estudiante trabaja con 5 cartas y refina una estrategia, para luego volver a reunirse con su equipo y colaborar en la construcción de una (o más) estrategias que funcionen. Después, se gestiona un espacio en plenaria para compartir las estrategias de todos los equipos; para formularlas, se motiva que el alumnado haga uso de representaciones verbales, simbólicas o gráficas, según le resulte apropiado. Un ejemplo de lo anterior - usando vectores - puede verse en la Figura 2.

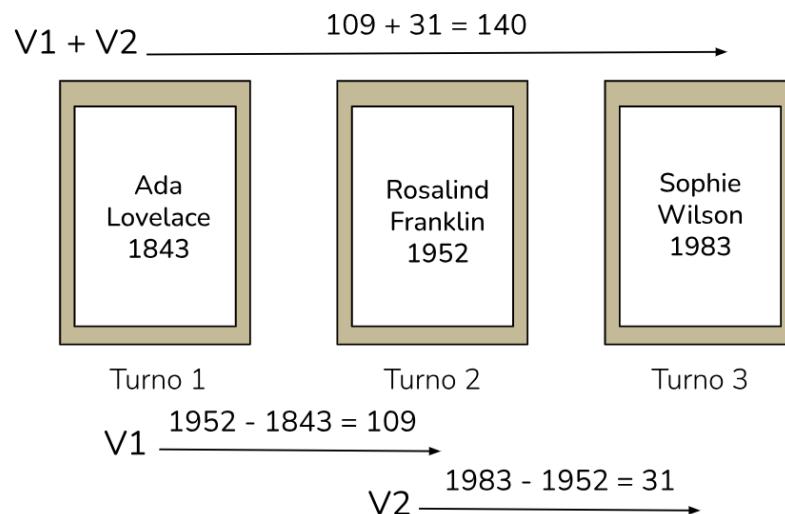


Figura 2. Ejemplo de representación y cálculo después de 3 turnos, usando vectores

La propuesta del juego didáctico se realizó siguiendo los principios de diseño seleccionados por RECREA-Matemáticas; en la Tabla 1 se explicita la forma en que cada uno de ellos fue concebido en el diseño.

La implementación se realizó con un grupo de entrenamiento para la Olimpiada Michoacana de Matemáticas para Educación Básica (OMMEB), con un total de 21 estudiantes (12 mujeres y 9 hombres) de edades comprendidas entre los 7 y 13 años, pertenecientes a 3 fases de educación básica según la NEM: 4 en Fase 4 (educación primaria entre 8 y 9 años de edad), 8 en Fase 5 (educación primaria entre 10 y 11 años de edad) y 9 en Fase 6 (educación secundaria entre 12 y 14 años). Se realizaron actividades en plenaria, por equipos de 4 integrantes e individualmente. Esta implementación permitió probar el juego con un grupo de estudiantes con habilidades matemáticas robustas, pero herramientas heterogéneas, con la intención de verificar que no requiera de conocimientos matemáticos especializados; además, permitió valorar su potencial para motivar reflexiones sobre la brecha de género en STEM en niveles educativos básicos.

Tabla 1. Cumplimiento de principios de diseño desde su concepción

Principio	Forma de cumplimiento en el diseño
Necesidad intelectual	Se requiere maximizar un número que surge de un ordenamiento conveniente de las cartas y de una operación aplicada en cada turno. La necesidad de optimizar motiva a que el alumnado observe cómo el número crece o decrece con relación a sus decisiones, lo que permite identificar patrones y requiere establecer relaciones de causalidad para proponer una estrategia.
Espacio para el juego y la exploración	Se proporcionan ejemplos de mujeres con distinta temporalidad, ubicación geográfica, disciplina, etc., motivando la curiosidad por investigar según la afinidad con los intereses personales. Al construir una línea de tiempo usando este material, aparecen conceptos sobre intervalos y proporcionalidad.
Emergencia de la estructura matemática	El juego de mesa es desarrollado por turnos a partir de una regla y con un objetivo principal. Emergen ideas individuales sobre el orden de colocación de las cartas que se prueban, se comparten y se perfeccionan conforme pasen los turnos, para luego generar propuestas de tiradas convenientes que permitan alcanzar el objetivo en colectivo; en la exploración aparecen conceptos relevantes sobre números negativos.
Autoevaluación	Los números enteros positivos y negativos surgen al realizar la operación asociada con cada jugada. Cada una de las cartas se puede representar como vector, con el propósito de calcular la suma de toda la ronda para maximizarla. La repetición de estas operaciones con distintas estrategias de juego motiva la comparación y la búsqueda de un acomodo óptimo, convocando conceptos de igualdad, desigualdad, inverso aditivo, ordenamiento e invarianza, así como criterios que permiten establecer cuando un proceso garantiza encontrar un máximo.
	La comparación de resultados utilizando la misma distribución de cartas al interior del equipo permite valorar la funcionalidad de las estrategias propuestas hacia la maximización deseada. A su vez, mantener la estrategia y modificar la distribución de cartas da la oportunidad de valorar su pertinencia para optimizar el resultado final.

Se observó que el desafío propuesto por el juego (maximizar el resultado final) se desconectaba de la historia planteada en el resto de la situación. El grupo mostró curiosidad por obtener más información sobre aportaciones de mujeres relacionada con sus intereses personales, indicando un potencial para motivar la investigación individual. El análisis retrospectivo permitió recuperar las intervenciones del alumnado que vincularon género y STEM, categorizarlas de forma inductiva y, con ello, proponer preguntas para profundizar en la reflexión colectiva.

Segundo ciclo de diseño

Se destinó un momento específico para que las y los participantes elaboren nuevas cartas, con la intención de promover la investigación desde la motivación personal. En el primer momento, se incorporaron preguntas sobre la falta de visibilidad para las aportaciones de las mujeres en STEM, inspiradas en las categorías que se refinaron en el ciclo anterior. Se modificó la historia para que el desafío fuera una acción directa en favor de la desaparición de la brecha de género en STEM; además, se agregó una nota escrita por la protagonista para invitar a trabajar en el cambio del futuro a partir del presente.

La implementación se realizó con un grupo de 14 mujeres y un hombre en un foro de divulgación sobre los Objetivos de Desarrollo Sustentable de la ONU. Participaron 3 maestras de posgrado, 4 maestras de licenciatura, 4 alumnas de ingeniería, 2 alumnas de diseño y 1 coordinador administrativo. Esta aplicación permitió poner a prueba el potencial de la actividad para motivar discusiones profundas sobre género en personas adultas con escolaridad heterogénea.

Por una parte, se validó que el conjunto de cartas motiva a elegir diversos sectores específicos para investigar otros aportes de mujeres en STEM. Por otra parte, se encontraron reacciones no deseadas ante la narrativa al pensar que, de no encontrar el resultado óptimo, se demeritaría su participación en el cambio social. Se encontró que la nota final limitaba la reflexión en lugar de motivarla y, de hecho, tuvo que dejarse de lado para continuar. El análisis retrospectivo permitió recuperar las intervenciones de participantes que vincularon género y STEM, agruparlas y extender inductivamente las categorías que habíamos encontrado antes; al hacerlo, se decidió incluir preguntas de cierre para reflexionar sobre las condiciones de inequidad que atraviesan las mujeres que sí pueden acceder a espacios formativos en STEM. Adicionalmente, se identificaron estereotipos sociales, culturales e intelectuales asociados a la reflexión, lo que motivó a incorporar preguntas específicas orientadas a cuestionarlos.

Tercer ciclo de diseño

Se modificó la historia: la protagonista es ahora una profesional de las matemáticas que escribe desde el futuro y desea contagiar la emoción de su trabajo a través del juego. Para el cierre de la actividad, se conecta el reconocimiento de que en cada grupo hay alguien que tiene mejores cartas para iniciar, con los efectos de las condiciones diferenciadas de las mujeres en STEM.

El diseño se implementó con estudiantes de educación superior de la licenciatura en Tecnologías para la Información en Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la asignatura de Inteligencia Artificial, de tercer semestre; esta población universitaria se distingue por ser altamente masculinizada. El grupo estaba compuesto por 2 mujeres y 10 hombres. La organización fue en equipos de 4 integrantes y en plenaria.

Presentar la optimización como un juego permitió que las y los estudiantes enfocaran su atención en el objetivo, sin la distracción y la confusión que surgió en las versiones anteriores. La reflexión final se situó en contextos concretos que emergen de la experiencia de las y los participantes, lo que motivó el intercambio de ideas, propuestas y reflexiones personales desde esta colectividad.

Recolección y análisis de datos

Durante las sesiones realizadas en los tres ciclos, el equipo de investigación realizó observación participante y no participante, registrando notas de campo en cada implementación, se tomaron fotografías de las pizarras y se registraron audios de las conversaciones en plenaria. Los datos se codificaron de forma inductiva, a partir de (1) un análisis de contenido sobre los elementos matemáticos en cada estrategia de solución y (2) un análisis de discurso sobre los elementos conceptuales de género en las reflexiones sobre la brecha de género en STEM.

En cada uno de los ciclos se realizaron sesiones de intercambio con el equipo de personas que realizó las observaciones, para triangular la información; al incorporar las producciones del alumnado, fue posible triangular entre las estrategias propuestas al interior de los diferentes equipos y la forma en que éstas fueron presentadas en plenaria.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados organizados por ciclos de diseño.

Primer ciclo de diseño

El alumnado propuso distintas estrategias, que pueden agruparse en las siguientes:

1. “Ponerlas en orden funciona, el resultado es la mayor menos la menor”. En esta estrategia, se ordenan las cartas de menor a mayor y se intenta respetar el orden conforme avanzan los turnos. El alumnado encuentra que esta estrategia es funcional para maximizar y resuelve el problema.
2. “Buscamos un número mediano y subimos, luego bajamos un poquito en temporalidad y luego subimos otra vez”. En esta estrategia encuentran un patrón que minimiza distancias localmente, descrito como iteraciones de subir mucho, bajar poco. En la línea temporal, lo que se intenta es que las restas hacia la derecha sean más grandes que hacia la izquierda. Por ejemplo, se podrían seleccionar las cartas: 1952, 1969, 1961, 1983, 1982, y así sucesivamente.
3. “Pongo la carta más grande primero”. Esta estrategia surge de que el equipo interpretó que la primera resta era la primera carta - 0 (porque no había carta anterior). Bajo esta modificación de las reglas, la estrategia es funcional.

El juego brindó oportunidades para conceptualizar los números negativos, dado que emergen ideas sobre los inversos aditivos, así como la observación de propiedades estructurales aritméticas que, en el caso de estudiantes de niveles superiores, pudo codificarse de manera algebraica.

A partir de las preguntas realizadas al alumnado para motivar una comparación respecto a la desigualdad en el reconocimiento y difusión lograda por las mujeres y por los hombres en las áreas STEM se recibieron respuestas como:

1. "Conocemos más de inventores que de inventoras". Sobre ello, proponen como causas el machismo en la sociedad y época respectiva que dificultó la incorporación de las mujeres a la investigación, el acceso tardío y limitado de las mujeres a las instituciones, así como diversos aspectos de desigualdad de género que invisibilizaron el trabajo de las mujeres.
2. "Porque las demás no hicieron nada". Esta respuesta, dada por un estudiante, sugiere que no se conocen más mujeres porque en realidad no hay otras aportaciones.

Como un ejemplo que permitiera profundizar en ambas líneas de pensamiento, se presentó el caso de la científica Rosalind Franklin. Cabe señalar que esta historia era conocida por aproximadamente el 50% del grupo, en su mayoría mujeres. De la discusión se observa también que la situación problemática se ubica en un espacio temporal lejano, desviando la atención del contexto actual en el que las mujeres atraviesan condiciones desfavorables para su inclusión y permanencia en STEM.

Segundo ciclo de diseño

Durante la elaboración de la línea del tiempo, las participantes y el participante mencionaron referentes femeninos que conocían, como Hipatía de Alejandría y Julieta Fierro; posteriormente la conversación se dirigió hacia la reflexión sobre condiciones de privilegio que permitieron que las mujeres en la historia pudieran sobresalir en los desarrollos científicos o tecnológicos y sobre los aspectos considerados de importancia en la actualidad para destacar en los ámbitos mencionados. Estos últimos se agruparon en las siguientes líneas:

1. Condiciones necesarias para la participación de mujeres en STEM:
 - a. De acceso: En la historia se han presentado diferentes obstáculos sociales, ideológicos y culturales que desfavorecen el acercamiento de mujeres al área.
 - b. De permanencia: Una vez dentro del ámbito en cuestión, las mujeres han enfrentado situaciones adversas o perjudiciales que generan entornos

donde son vulnerables, esto afecta directamente la persistencia del género en disciplinas afines.

2. Aspectos relacionados a la visibilización de las mujeres en STEM:

- a. **Falta de reconocimiento:** Durante años se han presentado circunstancias que evidencian la desigualdad para destacar el trabajo y la participación de las mujeres en desarrollos científicos y tecnológicos.
- b. **Sesgos y estereotipos:** Actualmente se tiene conocimiento de algunas mujeres reconocidas en STEM, sin embargo, se observan conclusiones como “Si no se ven es porque no existen”, “Si vas a participar, tienes que sobresalir”, “Se necesita genialidad para ser reconocida y recordada”.

Tercer ciclo de diseño

Se registró que el estudiantado toma como referentes en STEM personalidades como: Alan Turing, Albert Einstein, Marie Curie, Openheimer, Emily Noether, Stephen Hawking, Neil Armstrong, Charles Babage, Nicolás Copérnico, Charles Darwin, entre otros; además, emergieron factores que alimentan la brecha de género en STEM y surgieron comentarios relacionados a la invisibilización, el sesgo centrado en el norte global, los estereotipos de genialidad y la exigencia ejercida hacia las mujeres.

La actividad de generar una línea temporal se realizó sobre una mesa alargada que permitió colocar las cartas sin necesidad de pegarlas y promovió la exploración del grupo sobre la información contenida, es por ello que el grupo mantiene una conversación sobre temas asociados a los descubrimientos, se encuentra otra ganadora de Nobel y se registra “ella también ganó el Nobel y no sabía”, se reconoce que en el conjunto extendido de las cartas hay mujeres mexicanas e hispanas, y buscan encontrar razones que atribuyen a la aparición de ciertas cartas en períodos particulares.

Frente al juego, los grupos encontraron las siguientes estrategias:

1. **Ordenamiento alternado:** El equipo considera que es conveniente alternar las cartas seleccionadas entre una de un año menor y otra de un año mayor, con el objetivo de que al realizar la operación indicada siempre se conserve un residuo positivo; observan que esto último se logra alternando la mayor ganancia con la menor pérdida.
2. **Ordenamiento ascendente:** El equipo decidió que cada quién pone siempre la carta de su mazo con el año menor.
3. **Suma telescópica:** La suma de las cartas, una vez que se han bajado todas, puede escribirse como

$$(x_1 - x_0) + (x_2 - x_1) + (x_3 - x_2) + \dots + (x_n - x_{n-1}) + (x_{n+1} - x_n),$$

donde x_y corresponde a cada carta colocada en el turno y el turno 0 corresponde a la carta que coloca el primer jugador.

Resolviendo queda:

$$-x_0 + x_{n+1} = x_{n+1} - x_0 ,$$

que corresponde a la diferencia entre la primera y la última carta colocada.

De lo anterior se deduce que la respuesta depende solamente de los años de la primera y la última carta. Por ello, una estrategia óptima de resolución es buscar dos cartas, con personas consecutivas, que al restarlas den el mayor resultado posible; al hacerlo hay que considerar que estas personas estén sentadas de forma que puedan ser la primera y la última respetando los turnos. Un algoritmo para decidir este orden es restar la carta más pequeña de una persona con la carta más grande de quien tiraría antes que ella y a partir de ello encontrar la posición de inicio.

Es importante resaltar que estas mismas ideas pueden presentarse a través de una representación gráfica y la manipulación de vectores.

Durante la conversación final, el grupo reflexionó sobre las dinámicas de los distintos contextos familiares, culturales y sociales que promueven o dificultan la permanencia de las mujeres en espacios de formación STEM. El grupo universitario reconoce tres factores de incidencia:

4. Hay dudas recurrentes sobre las capacidades siendo mujer, tanto de ellas mismas como de su familia y su entorno académico.
5. La violencia en pequeña y gran escala genera un espacio de incomodidad para trabajar en STEM.
6. Hay múltiples mensajes que hacen dudar a las mujeres sobre si pertenecen a las profesiones STEM.

Discusión

Respecto al potencial del juego didáctico para promover una diversidad de estrategias matemáticas en el aula en la construcción de un ambiente equitativo, hacemos notar que el espacio lúdico presentado en este trabajo participó como un entorno con reglas distintas a las que establecen competencias; por ello los grupos de estudiantes mostraron confianza al conectar con las actividades propuestas.

Durante el desarrollo de la situación se insistió en que el diseño no exigiera una solución adecuada en los distintos momentos, sino un conjunto de opciones de acuerdo con el contexto de cada implementación. Un ejemplo es que el diseño solicita una repartición de las mismas cartas entre las personas de cada equipo, así las condiciones de cada grupo son similares, pero se vuelve patente que no hay un único resultado mejor que otros pues las distribuciones son distintas, lo cual relaja la competencia entre grupos.

Estos rasgos permitieron observar un mayor compromiso con la actividad, medido a partir de la complejidad de las estrategias propuestas por los equipos; sin embargo, queda

pendiente realizar estudios a profundidad que permitan valorar los logros de aprendizaje a nivel individual y establecer si se promueve la equidad, como se ha observado en juegos didácticos colaborativos con grupos mixtos (Buffum et al, 2016) o focalizados en mujeres (Holly et al., 2024).

Durante las primeras etapas del juego el estudiantado interactuó libremente con números enteros positivos y negativos, ordenamientos, intervalos, sucesión y proporcionalidad; además, identificó atributos importantes mediante la comparación, como el signo como producto de la operación, estableciendo relaciones con los números y sus propiedades. De esta forma, se verifica la emergencia de estructura matemática a partir de la inmersión en la actividad según la proponen Stroup et al. (2005).

Posteriormente, se observó que la introducción de reglas en el juego didáctico conduce al desarrollo de estrategias y detección de patrones, lo que constituye la clave para la creación de estrategias propias; en este lugar, los contenidos matemáticos del juego cobran un sentido personal, disponiendo a las y los jugadores para profundizar en la actividad. A partir de la comparación de estas estrategias se puede reconocer que existen diferentes formas de abordar un problema; al imaginar las soluciones y ponerlas a prueba, se reforzó la idea de que el error es parte del proceso de aprendizaje, que no tiene por qué ser un indicador de fracaso.

El empleo de tablas que requieren operaciones aritméticas y comparaciones permitió visualizar conceptos relevantes para la resolución del problema: la representación mediante vectores con magnitud y sentido invitó a realizar operaciones, mientras que la representación algebraica motivó la organización mediante sumatorias. El juego brindó oportunidades para conceptualizar los números negativos y sus propiedades, así como ideas de acumulación que pueden codificar las observaciones aritméticas en lenguaje algebraico. En el camino hacia la abstracción, se detectó que la aritmética se ve relacionada al uso de variables y que los vectores y la sumatoria pueden dar paso a la generalización. En síntesis, a través de las diversas etapas propuestas por Dienes (2000) fue posible motivar la abstracción a partir de los patrones, como proponen Stroup et al. (2007).

Finalmente se identificó que, a partir de las restricciones, puede haber -o no- un margen para tomar decisiones sobre el inicio del juego, que permiten optimizar. Sobre esta última idea, hemos comenzado a trabajar en una extensión del diseño que promueva el desarrollo del pensamiento computacional, invitando al estudiantado a desarrollar código que permita resolver la siguiente versión del problema, más general:

En un juego de mesa hay n cartas con números naturales diferentes, que se distribuyen de forma circular entre N participantes, con la posibilidad de que algunas personas tengan una carta más en su montón que otras. En una dinámica por turnos, después de bajar la primera carta, cada vez que se baja otra carta se apunta en el cuaderno el resultado de restar la que se acaba de bajar menos la última que se había bajado. Cuando se han terminado de bajar todas las cartas —sin que nadie se quede con ninguna—, se suman todos los números del cuaderno.

¿Cuál es la estrategia que consigue el número más grande posible como resultado final?

Respecto a las reflexiones motivadas en torno a la brecha de género en STEM, las ideas presentadas fueron agrupadas de forma inductiva en las categorías que se presentan en la Tabla 2, lo que da cuenta del potencial para propiciar reflexiones profundas sobre el tema.

Tabla 2. Categorías para sistematizar la reflexión sobre la brecha de género en STEM.

Categoría	Definición
Estereotipos de género	Atributos normalizados que delimitan comportamientos, intereses o conocimientos de acuerdo con el género.
Exigencia	Conjunto de elementos que histórica y socialmente demanda un esfuerzo mayor a las mujeres para sobresalir en la ciencia y la tecnología.
Síndrome de la impostora	De acuerdo con contextos personales o sociales, son signos que promueven la inseguridad, desconfianza, autosabotaje, entre otros, que se efectúan en mujeres que se desarrollan en el área.
Condiciones de acceso y permanencia	Factores elementales que generan ambientes favorables o desfavorables para que las mujeres logren integrarse y consolidarse en STEM.
Acoso y hostigamiento	Situaciones que comprometen la integridad de una mujer a partir de propuestas inadecuadas para el contexto de los entornos escolares, de acciones o de represalias infundadas contra ellas; pueden o no observarse bajo una asimetría de poder.
Sesgo de genialidad	Ideología social y cultural que sólo reconoce a mujeres consideradas eminentes por sus trabajos y aportaciones.
Falta de referentes	Construcción social e histórica que fomenta el reconocimiento de los hombres en contextos académicos y escolares, alimentando la invisibilización de las mujeres.

Al contrastar las categorías recuperadas con las propuestas por Verdugo-Castro et al. (2022), observamos que cuando se incorpora explícitamente la perspectiva de género, (1) *roles y patrones de género* se desdobra en *estereotipos de género* como un conjunto de creencias normalizadas y *falta de referentes* como una práctica estructural de segregación, (2) que *expectativas sobre la ciencia* se desdobra en un *sesgo de genialidad* que reduce la selección de referentes femeninos e instala una práctica estructural de mayor *exigencia* hacia las mujeres, mientras que (3) *percepción y autoconcepción* se explicita como *síndrome de la impostora*, un comportamiento frecuente que dificulta la permanencia de las mujeres en el área. Adicionalmente, la reflexión incorpora dos líneas más que parecerían proponer una dimensión adicional de (4) *factores estructurales y contextuales*, conformadas por *condiciones de acceso y permanencia* (favorables o desfavorables) y situaciones de *acoso y hostigamiento*.

Al comparar los resultados con los obtenidos por Barrera et al. (2025) en términos de la incidencia de un juego didáctico para sensibilización para promover la equidad de género, observamos resultados coincidentes en su potencial para promover el cuestionamiento de

los estereotipos de género; adicionalmente, observamos que esa reflexión se sitúa y ofrece nuevas líneas de discusión al abordar directamente la falta de referentes en STEM.

Reflexiones finales

El diseño busca alejar al juego de aspectos considerados no relevantes para fines del aprendizaje, algunos son, por ejemplo, generar entorno de competición entre el estudiantado, calificar de respuestas correctas o incorrectas por parte de estudiantes o guías, o bien, asociar directamente la calidad de resolución del juego con posibles alcances sociales en el futuro. Se destaca que, si bien, la situación didáctica motiva una disposición hacia el juego y la actividad matemática que no esté motivada desde la competencia, es importante que se pueda generar un espacio donde el grupo reflexione que las desigualdades estructurales en términos de género inciden para que algunas personas tengan condiciones más favorables que otras en las áreas STEM.

La inclusión de una historia de ciencia ficción en este trabajo, brindó una herramienta que permite mover la problemática principal sobre una línea temporal extensa. Esto quiere decir que, si bien existe un profundo contexto histórico para sustentar que las bases que sostienen la brecha de género en STEM no radican inicialmente en esta época, también visibiliza que en la actualidad existen factores sistémicos que obstaculizan las condiciones favorables para enfrentar esta situación y pueden repercutir significativamente en el futuro.

El diseño tiene la intención de incidir en lo histórico empleando las cartas como un recurso que refiere a otra época, y presentando la actualidad como parte de la historia de alguien más; en el juego se refleja con la intervención de la matemática, sin embargo, este papel es una alusión a una realidad cercana en la que repercutirán directamente ideologías, acciones u omisiones del presente.

El presente estudio es de carácter exploratorio con enfoque en el refinamiento del diseño y la caracterización situada de su potencial, sin buscar una generalización de los resultados observados más allá de lo razonable. Consideramos que este diseño² ofrece distintas líneas futuras de investigación, por ejemplo, el desarrollo de estudios experimentales que permitan validar los principios de diseño en el juego o su impacto equitativo en logros de aprendizaje. Asimismo, a partir de los hallazgos al momento actual, hay indicios para considerar que será posible profundizar en el estudio de los alcances de este juego didáctico para la conceptualización de los números negativos en educación secundaria, para (i) el estudio de sumatorias y vectores en bachillerato o educación preuniversitaria, (ii) el desarrollo de pensamiento computacional en optimización en niveles universitarios, y (iii) la reflexión desde la práctica docente en las intersecciones de género y matemáticas en la formación de profesorado.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME dentro del Proyecto PE111725 Participación equitativa y diversidad de ideas para potenciar el pensamiento computacional. La idea inicial de diseño fue desarrollada en el seminario de diseño de RECREA Matemáticas. Agradecemos también a las profesoras Angelina Alvarado Monroy y Carmen Delia Mares Orozco, así como del profesor David Guadalupe Torres Flores, cuyas aportaciones fueron de gran valor a lo largo de la realización de este estudio.

Notas

- ¹ La idea que inspiró este trabajo estuvo a cargo de las profesoras Lourdes Cruz González, Naila Itzel Angelina Centeno y María Lucrecia Beltz González. El trabajo que se describe en este artículo estuvo a cargo de quienes lo escriben.
- ² Es posible obtener el documento que describe ampliamente el juego, incluyendo las orientaciones didácticas y la versión imprimible de las cartas, escribiendo al correo electrónico beltzlucrecia@gmail.com.

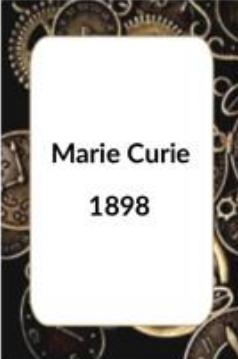
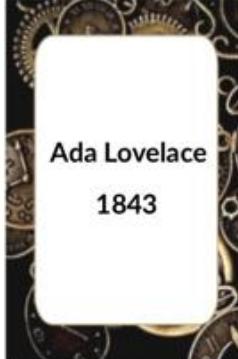
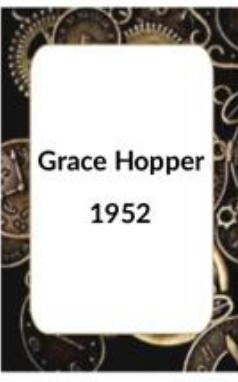
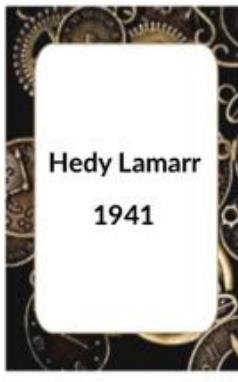
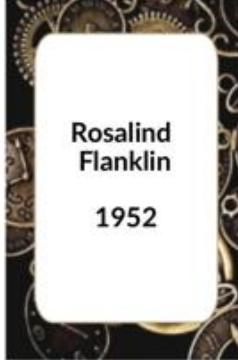
Referencias

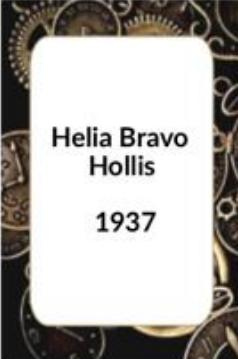
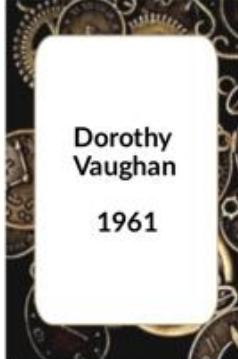
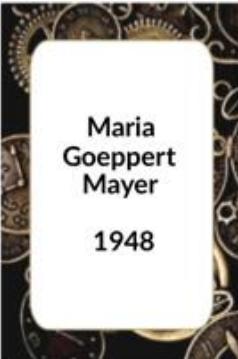
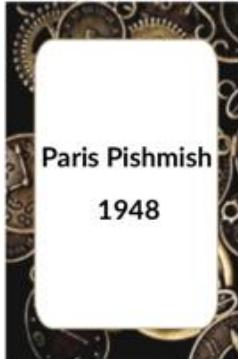
- Alvarado-Monroy, A., & García-Velázquez, L. M. (2024). Ensamblaje afectivo-matemático. Del dominó a las fracciones propias. *Uno, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 103, 38-44.
- Bakker, A., & Van Eerde, H. A. A. (2014). An introduction to design-based research with an example from statistics education. En A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping & N. Presmeg (Eds.), *Doing qualitative research: Methodology and methods in mathematics education* (pp. 429-447). Springer.
- Barrera, A. G., Alonso-Fernández, C., & Fernández-Manjón, B. (2025). Video Games That Educate: Breaking Gender Stereotypes and Promoting Gender Equality with a Serious Video Game. *Information*, 16,199. <https://doi.org/10.3390/info16030199>
- Bello, A. (2020). *Las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en América Latina y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas para la Igualdad de Género y el Empoderamiento de la Mujer. <https://lac.unwomen.org/sites/default/files/Field%20Office%20Americas/Documentos/Publicaciones/2020/09/Mujeres%20en%20STEM%20ONU%20Mujeres%20Unesco%20SP32922.pdf>
- Brousseau, G. (2006). *Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques, 1970–1990*. Springer Science & Business Media.
- Buffum, P. S., Frankosky, M., Boyer, K. E., Wiebe, E. N., Mott B. W., & Lester, J. C. (2016). Collaboration and Gender Equity in Game-Based Learning for Middle School Computer Science. *Computing in Science & Engineering*, 18(2), pp. 18-28. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2016.37>
- Cobb, P., & Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to support and understand learning processes. En A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of design research methods in education innovations in science, technology, engineering and mathematics learning and teaching* (pp. 68-95). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315759593>
- Dienes, Z. P. (2000). The theory of the six stages of learning with integers. *Mathematics in School*, 29(3), 27-33.
- Espinosa, C. G. (2021). Organización social y dominio masculino en las matemáticas. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 51(3), 231-260.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2023). Informe sobre la brecha de género en STEM en la formación técnico profesional en México. <https://www.unicef.org/mexico/informes/informe-sobre-la-brecha-de-g%C3%A9nero-en-stem-en-la-formaci%C3%B3n-t%C3%A9cnico-profesional-en-m%C3%A9xico>
- Forman, E., Minick, N., & Stone, C. (2023). *Contexts for learning: Sociocultural dynamics in children's development*. Oxford University Press.

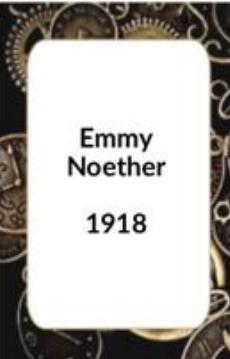
- Fowler, S., Cutting, C., Fiedler, S.H., & Leonard, S. N. (2023). Design-based research in mathematics education: trends, challenges and potential. *Mathematics Education Research Journal*, 35, 635–658. <https://doi.org/10.1007/s13394-021-00407-5>
- Harel, G. (2013). Intellectual need. In K. Leatham (Ed.), *Vital directions for mathematics education research* (pp. 119-151). Springer.
- Hernández, C. A. (2021). Las mujeres STEM y sus apreciaciones sobre su transitar por la carrera universitaria. *Nova scientia*, 13(27), 00026.
- Holly M., Habich, L., Seiser, M., Glawogger, F., Innerebner, K., Kupsa, S., Einwallner, P., & Pirker, J. (2024). FemQuest - An Interactive Multiplayer Game to Engage Girls in Programming. In M. Jitwatode (Ed.), *2024 IEEE Conference on Games (CoG)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CoG60054.2024.10645537>
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2023, 9 de febrero). *Mujeres y niñas en STEM*. [Boletín]. <https://imco.org.mx/mujeres-en-stem-en-los-estados/>
- Komatsu, K., Shinno, Y., Stylianides, A.J., & Stylianides, G. J. (2025). Development of local theories in design-based research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*. <https://doi.org/10.1007/s10649-025-10398-w>
- Lesh, R., Hoover, M. N., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. En A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Handbook of Research design in mathematics and science education* (pp. 591-646). Lawrence Erlbaum Associates.
- Mozelius P., & Humble N. (2023). Educational Game Design for Girls and Boys: Towards an Inclusive Conceptual Model for Learning Programming. *Endorsed Transactions on Creative Technologies*, 14, 10. <https://doi.org/10.4108/eetct.4043>
- Obczovsky, M., Bernsteiner, A., Haagen-Schützenhöfer, C., & Schubatzky, T. (2025). Systematizing Decisions in Design-Based Research: From Theory to Design. *Science Education*, 109, 523-536. <https://doi.org/10.1002/sce.21915>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2019). *Educación en STEM con perspectiva de género: Empoderar a las niñas y las mujeres para los trabajos de hoy y de mañana*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366803_spa
- Red de Enseñanza Creativa de las Matemáticas. (2021). Modelo de Intervención RECREA-Matemáticas para la Inclusión y la Diversidad en la Educación Media Superior.
- Red de Enseñanza Creativa de las Matemáticas. (2022, 7 de octubre). *El equipo*. RECREA-matemáticas. <https://www.recrea-matematicas.com/>
- Stroup, W. M., Ares, N. M., & Hurford, A. C. (2005). A dialectic analysis of generativity: Issues of network-supported design in mathematics and science. *Mathematical Thinking & Learning*, 7(3), 181-206.
- Stroup, W. M., Ares, N. M., Hurford, A. C., & Lesh, R. A. (2007). Diversity-by-design: The why, what, and how of generativity in next-generation classroom networks. En R. A. Lesh, E. Hamilton & J. J. Kaput (Eds.), *Foundations for the future in mathematics education* (pp. 367-393). Lawrence Erlbaum Associates.
- Secretaría de Educación Pública. (2024). Programa de estudio para la educación secundaria: Programa sintético de la Fase 6. Secretaría de Educación Pública. https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/06/Programa_Sintetico_Fase_6.pdf
- Tang, G., El-Turkey, H., Cilli-Turner, E., Savic, M., Karakok, G., & Plaxco, D. (2017). Inquiry as an entry point to equity in the classroom. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(1), S4-S15. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1352045>
- Verdugo-Castro, S., Sánchez-Gómez, M., & García-Holgado, A. (2022). University students' views regarding gender in STEM studies: Design and validation of an instrument. *Education and Information Technologies*, 27, 12301-12336. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11110-8>
- Vithal, R., Brodie, K., & Subbaya, R. (2024). Equity in mathematics education. *ZDM Mathematics Education* 56, 153–164. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01504-4>

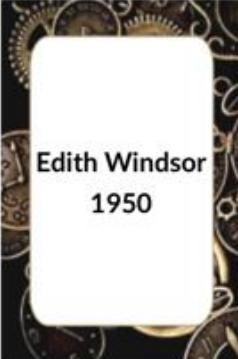
Anexo

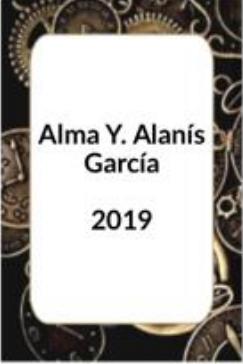
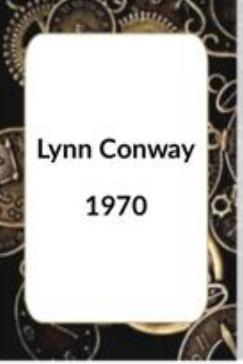
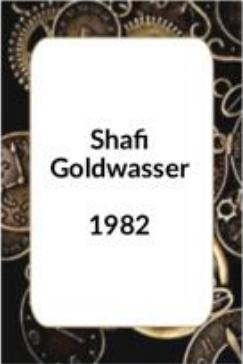
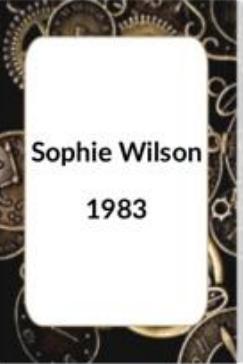
Cartas informativas para lectura

 <p>Marie Curie 1898</p>	<p>Descubrió los elementos radio y polonio, realizó investigaciones pioneras sobre la radiactividad. Primera mujer en recibir Premio Nobel: Física y Química.</p>	 <p>Ada Lovelace 1843</p>	<p>Escribió el primer algoritmo destinado a ser procesado por una máquina, convirtiéndola en la primera programadora de computadoras.</p>
 <p>Grace Hopper 1952</p>	<p>Desarrolló el primer compilador para un lenguaje de programación y popularizó la idea de lenguajes de programación independientes de la máquina.</p>	 <p>Hedy Lamarr 1941</p>	<p>Co-inventó una técnica de salto de frecuencia para la comunicación secreta que es la base para las tecnologías de Wi-Fi y Bluetooth.</p>
 <p>Katherine Johnson 1961</p>	<p>Matemática que calculó las trayectorias de vuelo para las misiones de la NASA, incluyendo el primer vuelo espacial tripulado de Estados Unidos.</p>	 <p>Rosalind Franklin 1952</p>	<p>Su trabajo en la difracción de rayos X fue crucial para descubrir la estructura del ADN.</p>

 <p>Helia Bravo Hollis 1937</p>	<p>Bióloga y botánica la "Gran Dama de los Cactus", pionera en la investigación de la flora cactácea en México. Fundadora del Jardín Botánico de la UNAM.</p>	 <p>Dorothy Vaughan 1961</p>	<p>Matemática y programadora que trabajó en la NASA y se convirtió en la primera supervisora afroamericana.</p>
 <p>Patricia Saavedra Barrera 1990</p>	<p>Matemática especializada en el análisis numérico aplicado a la solución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y la modelación matemática en finanzas.</p>	 <p>Radia Perlman 1985</p>	<p>Inventora del algoritmo de Spanning Tree Protocol (STP) utilizado en redes.</p>
 <p>Maria Goeppert Mayer 1948</p>	<p>Desarrolló el modelo de capas del núcleo atómico, por lo cual recibió el Premio Nobel de Física.</p>	 <p>Paris Pishmish 1948</p>	<p>Astrónoma nacionalizada mexicana que destacó por sus investigaciones en astrofísica estelar y galáctica. Fundó el primer departamento de astronomía en el Instituto de Astronomía de la UNAM.</p>

 <p>Dorothy Hodgkin 1945</p>	Desarrolló la cristalografía de rayos X para determinar la estructura de biomoléculas, incluyendo la penicilina y la vitamina B12.	 <p>Elda Flores Villarreal 2009</p>	Ingeniera especializada en electrónica y telecomunicaciones, ha trabajado en el desarrollo de tecnologías de comunicación inalámbrica. Recibió el Premio Nacional de Ingeniería.
 <p>Emmy Noether 1918</p>	Conocida por el teorema de Noether, que es fundamental en la física teórica y la teoría de la relatividad.	 <p>Joan Clarke 1940</p>	Criptoanalista que trabajó en Bletchley Park durante la Segunda Guerra Mundial y jugó un papel clave en descifrar el código Enigma.
 <p>Margaret Hamilton 1969</p>	Desarrolló el software de navegación a bordo del Apolo, que permitió el alunizaje del Apolo 11.	 <p>Eva Ramón Gallegos 2019</p>	Investigadora en ciencias biomédicas, desarrolló un tratamiento fotodinámico para eliminar el virus del papiloma humano (VPH) en mujeres mexicanas.

 <p>Edith Windsor 1950</p>	Informática y activista por los derechos LGBTQ+, trabajó en la programación de las primeras computadoras mainframe de IBM.	 <p>Anna Mani 1950</p>	Física e investigadora meteorológica india, conocida por su trabajo en la medición de energía solar y la física de la atmósfera.
 <p>Jane Cooke Wright 1950</p>	Pionera en el desarrollo de quimioterapias para el tratamiento del cáncer.	 <p>Ellen Ochoa 1993</p>	Primera mujer hispana en viajar al espacio, contribuyó a la investigación sobre sistemas ópticos para la exploración espacial.
 <p>Herminia Pasantes 2001</p>	Neurobióloga, conocida por sus investigaciones en neuroquímica y biología celular. Recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes.	 <p>Mary Somerville 1831</p>	Científica autodidacta, sus trabajos en matemáticas y astronomía ayudaron a la comprensión del sistema solar.

 <p>Alma Y. Alanís García 2019</p>	<p>Ingeniera eléctrica y teórica de control, especializada en control inteligente y uso de redes neuronales artificiales para aplicaciones de control de motores eléctricos, manipuladores de robots y vehículos aéreos no tripulados.</p>	 <p>Lynn Conway 1970</p>	<p>Informática, pionera en el diseño de microprocesadores, co-inventora de métodos de diseño de microchips y tecnologías VLSI.</p>
 <p>Shafi Goldwasser 1982</p>	<p>Criptógrafa y teórica de la complejidad, contribuciones fundamentales en la criptografía y la seguridad informática.</p>	 <p>Sophie Wilson 1983</p>	<p>Ingeniera informática, diseñó el lenguaje de programación ARM y el primer microprocesador ARM.</p>