

# Propuesta de un Juego Serio para Reducir los Estereotipos en Carreras STEM

Alessandra M. Ortega-Arrieta<sup>1</sup>, Guillermo A. Dávila<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Lima - Facultad de Ingeniería - Carrera de Ingeniería de Sistemas - Lima - Perú

<sup>2</sup>Universidad de Lima – Instituto de Investigación Científica - Lima - Perú

gdavila@ulima.edu.pe

**Abstract.** *One of the reasons for the low participation of women in STEM careers is the nerd-genius stereotypes, which suggest that students and professionals in these fields are people with natural intelligence and no social skills. The main objective of this research is to propose a serious game that helps to reduce these stereotypes in STEM careers. It was concluded that the MDA framework is the most suitable for the proposal. Unity is the most suitable development engine given its scalability and free nature. Besides stereotypes, usability and engagement will be analysed through a quasi-experimental design. It is expected that the future implementation of this proposal will contribute to improving the participation of women in STEM careers by reducing the nerd and genius stereotypes associated with this area.*

**Resumen.** *La poca participación de mujeres en carreras STEM tiene como uno de sus motivos principales a los estereotipos genio-nerd, los cuales aluden a que los estudiantes y profesionales de estos rubros únicamente pueden ser personas con inteligencia nata y sin habilidades sociales. El objetivo principal de la presente investigación es proponer un juego serio que ayude a reducir estos estereotipos en las carreras STEM. Se concluyó que el framework MDA es el más adecuado para la propuesta. Unity es el motor de desarrollo indicado dada su escalabilidad y carácter gratuito. A parte de los estereotipos, la usabilidad y engagement serán analizados mediante un diseño cuasi experimental. Se espera que la futura implementación de la presente propuesta contribuya a mejorar la participación de mujeres en carreras STEM, al reducir los estereotipos nerd y genio asociados a esta área.*

## 1. Introducción

En Latinoamérica, la proporción de mujeres en las carreras de ingeniería y tecnología nunca ha superado el 40% (Unesco, 2022). El Perú ve una realidad aún más preocupante, ya que las carreras anteriormente mencionadas suelen tener sólo entre 20-30% de alumnas mujeres (Torres Manrique, 2021). Asimismo, según el reciente foro de Mujeres Poderosas 2022, las adolescentes ven muy poco probable el seguir la profesión de tecnología, con tan solo un 8% de las niñas en el 2021 presentando un interés por estas carreras (Forbes, 2022). Esto afecta a que las próximas generaciones de mujeres tampoco vean motivación en seguir una carrera de sistemas ante la falta de guías o modelos a seguir en lo que respecta a profesionales exitosas que hayan culminado sus estudios en esta área. Como

menciona Azzolina (2022), son hombres quienes en su mayoría desarrollan los algoritmos y software que se consume actualmente, y reducir la desigualdad permitirá ver un distinto punto de vista esta industria, lo cual a su vez puede contribuir con más inclusión femenina.

Ahora bien, se sabe que se necesita aumentar la cantidad de mujeres en estas carreras y los juegos serios son una herramienta adecuada. Como menciona Almeida y Simoes (2019), tras realizar una investigación sobre los distintos métodos de implementación de tecnología en la enseñanza se descubrió que el uso de juego serio para educación superior fue la más eficaz. Esto se ve reforzado por Medeiros et al. (2022), quien reforzó la necesidad de usar elementos lúdicos para motivar a mujeres a ingresar a áreas STEM. A pesar de ello, el uso de juegos serios con esta finalidad es aún limitado. Proyectos como Gea2 (Ferro et al, 2021), y sCool (Steinmaurer et al, 2019), permiten educar sobre áreas STEM a estudiantes de preparatoria con resultados exitosos, explicados por el hecho de que el cerebro absorbe más la información mientras más joven es la persona como menciona Plowman et al. (2008). En 2012, Denner et al., realizaron un experimento hacia niñas de sexto de primaria en la cual ellas deben realizar su propio juego utilizando categorías de programación predefinidas, lo cual incrementó el interés de las chicas por el cómputo.

Más recientemente, Starr (2021) identificó a los estereotipos *nerd* y *genio* como dos de los principales inhibidores del ingreso de mujeres a carreras STEM. Si bien es cierto los estereotipos han sido señalados como uno de los factores que dificultan el ingreso y participación de las mujeres en STEM (Avolio et al., 2018; Hoger et al., 2022), en Latinoamérica y específicamente en Perú, se ha encontrado pobre evidencia sobre juegos serios aplicados a reducir algunos estereotipos comunes como *nerd* y *genio*. Con base en esto, se plantearon las siguientes preguntas de investigación: ¿En qué medida los juegos serios permiten reducir los estereotipos que caracterizan a las mujeres en STEM como *nerds* o *genios*? El objetivo principal de la investigación es proponer las características de un juego serio que ayude a reducir los estereotipos en las carreras STEM. Con base en literatura científica, se identificarán los potenciales componentes del juego serio, tales como framework, motor de software, instrumentos de validación, mecanismos de evaluación, entre otros.

## **2. Estado del Arte**

En esta sección se permitirá conocer los vacíos que se tienen actualmente para la implementación de un juego serio de STEM, revisando temas vistos en estudios previos como la implementación, narrativa y validación de juegos serios.

### **2.1. Juegos serios en STEM**

En esta primera sección se revisaron artículos relacionados a la implementación de juego serio para reducir la brecha de género en STEM, más específicamente discutiendo las variables objetivo utilizadas en estudios previos y oportunidades de variables que no han sido discutidas en implementaciones pero que son relevantes para la equidad en las áreas de ciencia y computación.

### 2.1.1 Objetivos de juegos implementados en estudios previos

En las áreas de STEM se tiene baja proporción de mujeres, quienes están menos predispuestas a seguir estas carreras (Avolio et al., 2018). En este ámbito, se han propuesto juegos serios que permiten mitigar las barreras de acceso a los cursos de matemáticas, física y cómputo. Existen juegos orientados a estudiantes de secundaria para desarrollar sus habilidades en grupo, recopilar información e interesarse más en los temas tratados en clase, como es el caso de *Gea2* (Ferro et al., 2021), *sCool* (Steinmaurer et al., 2019) entre otros. Por otro lado, se tienen juegos aplicados a estudiantes de primaria que priorizan conocer el cambio en el conocimiento adquirido por el alumno tras jugar y la motivación o confianza al realizar actividades de computación, cambiando su perspectiva en cursos que en otros momentos pueden ser tediosos, como es el caso de *RoboTIC* (Schez-Sobrino et al., 2020) y *The Mice of Riddle Place* (Raffety et al., 2016).

En la tabla 2.1.1, se observan las variables asociadas a cada juego propuesto. Estos artículos recopilados están relacionados al aprendizaje de ciencias y tecnología tanto para reducir la brecha de género como para permitir que más estudiantes se vean motivados a estudiar las carreras STEM debido a la alta demanda y requerimiento de profesionales que se ha generado en los últimos años.

**Tabla 2.1.1. Revisión de Variables objetivos presentes en artículos de investigación**

Autores	Nombre del Juego	Objetivo	Variable objetivo
Akkuş Çakır et al. (2017).	Development of a game-design workshop to promote young girls' interest towards computing through identity exploration	Cambiar la percepción de las niñas sobre la informática al aumentar su conocimiento de la programación y empoderarse para desarrollar sus propias identidades como científicos computacionales.	Confianza en diseñar y programar juegos
Ferro et al. (2021)	Gea2: A serious game for technology-enhanced learning in STEM	Complementar las actividades tradicionales del aula en STEM, para estudiantes y profesores de secundaria.	Facilidad de aprendizaje
Fraga-Varela et al. (2021).	Serious Games and Mathematical Fluency: A Study from the Gender Perspective in Primary Education.	Conocer las posibles diferencias que se dan en primaria según el género, con los juegos serios diseñados para el desarrollo de la fluidez matemática, y examinar en qué medida estos juegos contribuyen al rendimiento escolar global.	Fluidez matemática (conocimiento adquirido)
Raffety et al. (2016).	Developing Serious Games to Improve Learning and Increase Interest in STEM Careers for Middle School Students: The Mice of	Crear una serie de juegos que serán útiles y relevantes dentro del entorno del salón de clases de la escuela primaria.	Motivación para considerar actividades/carreras en ciencias y conocimiento adquirido

	Riddle Place®		
Sáiz et al. (2020).	Effectiveness of Self-Regulation and Serious Games for Learning STEM Knowledge in Primary Education	Conocer la influencia de las variables género, entorno y nivel académico sobre los resultados en la resolución de tareas iniciales de programación y en la satisfacción de los estudiantes con su realización	Conocimiento adquirido y satisfacción
Schez-Sobrino et al. (2020).	RoboTIC: A serious game based on augmented reality for learning programming.	Motivar el aprendizaje y el autoaprendizaje, mejorar la comprensión de los conceptos fundamentales de programación y facilitar la comprensión de las técnicas de resolución de problemas.	Motivación y conocimiento adquirido
Steinmaurer et al. (2019).	sCool – Game-Based Learning in Computer Science Class: A Case Study in Secondary Education.	Revisar la experiencia de los estudiantes en el uso de sCool como herramienta de aprendizaje de pensamiento computacional.	Engagement y desempeño de las mujeres

### 2.1.2 Oportunidades para la aplicación de juegos serios

Investigaciones anteriores han identificado estereotipos asociados a las carreras STEM como la mayor barrera para la inclusión de las mujeres. Avolio (2018) menciona que se debe promover una actitud positiva hacia la ciencia y se deben abrir puertas para que no se considere solo a los hombres o solo a personas más inteligentes. También se debe reconocer que el acceso a la tecnología en algunas zonas dificulta el éxito, por lo que se debe entender que los factores económicos también influyen en la decisión de no seguir este camino. Adicionalmente algunos de los estereotipos mencionados son la frialdad y falta de interés familiar que se cree que tienen las mujeres por la ciencia; intimidación de que no hay muchas mujeres presentes. A las personas que estudian STEM se les asocia con seriedad, lógica, competitividad, adjetivos masculinos, por lo que una mujer que lo estudia no es femenina. Garcia-Holgado (2019) indica que la presencia de mujeres permitirá atraer a más estudiantes mujeres dado que un factor que ha tenido impacto en la sociedad es el proceso de atracción y acceso a los programas STEM.

Algunas barreras que ya han sido abordadas con juegos serios implementados son el desempeño de las mujeres en *sCool* (Steinmaurer et al., 2019) así como la motivación a considerar carreras de ciencias en *The Mice of Riddle Place* (Raffety et al., 2016). En el juego serio creado por Fraga-Varela (2021) que buscó conocer las diferencias que se presentan en primaria según el género. Sin embargo, algunas barreras como la de nerd-genio (Starr, 2018) aún no han sido abordadas. Esos rótulos tienen un significado negativo, porque es asociado con ser naturalmente buenos en matemáticas y obsesionados con las computadoras, causando miedo en las personas que no tienen esas cualidades, además se les asociaba con ser introvertidos, poco atractivos y con dificultad para

conseguir pareja. Los factores de genialidad, que Starr (2018) menciona con más detalle fueron: talento en matemáticas, inteligencia natural y obsesión por las computadoras. Los factores citados más asociados con el estereotipo nerd incluyen tener dificultad para las citas, ser socialmente raros/incómodos, más probables en estar solteros a comparación de personas que no están orientadas a STEM, son poco atractivos, no se esfuerzan en su apariencia y no tienen muchos amigos.

## **2.2. Implementación**

En esta sección se revisaron los componentes del sistema de un juego serio tanto el framework como software siendo los principales y las estructuras que sugieren autores que han realizado temas similares.

### **2.2.1. Componentes del sistema**

Los componentes de un sistema para la implementación de un juego serio son las partes que conforman la estructura que comprende la aplicación. En esta subsección, se revisarán los principales componentes presentes en distintos juegos educativos.

Existen algunos juegos serios que contienen una plataforma separada para el profesor y una para el estudiante, como es el caso de Gea2, dónde por un lado se puede gestionar las actividades, salones y ver el progreso del alumno; mientras que en la plataforma del estudiante se puede compartir con los demás compañeros (Ferro et al., 2021). ClassDojo también aplica una lógica similar, con un componente extra que es la plataforma para los padres, que también pueden monitorear los avances de su hijo. (Benhadj et al., 2019)

Otra parte importante en algunos juegos son las misiones o tareas que debe realizar el jugador como en sCool que se debe de realizar códigos en Python para avanzar. (Steinmaurer et. al, 2019) y en Gea2 siendo principalmente misiones interactivas si o si deben participar en el sistema de chat y notas que permiten compartir con los compañeros la información que se tenga según el módulo al que pertenece.

También, se debe considerar la base de datos como componente esencial en los juegos, dado que permiten obtener el progreso de los alumnos para resolver los ejercicios y analizar la data recopilada del comportamiento de los jugadores. Como menciona Islam et. al (2022), las bases de datos permiten además guardar información sobre la cuenta de los usuarios.

### **2.2.2. Frameworks**

Los frameworks son marcos de trabajo que permiten tener una base o plantilla para el desarrollo del software. El framework más usado en estudios previos es el MDA, cuyo nombre deriva de las palabras mecánica, dinámica y estética del juego. Por ejemplo, el framework MDA ha sido utilizado por Husniah et al (2019), para enseñar la historia de Indonesia, dónde explica que la mecánica sería los comportamientos y acciones que se les da al usuario en el contexto del juego. La dinámica del juego es la interacción que se tenga entre el jugador con otros componentes del juego. Finalmente, la estética es parte fundamental para la narrativa: específicamente el compañerismo, fantasía, retos y descubrimiento son características incluidas en el juego de Husniah et. al (2019). Con respecto al juego terapéutico de Yang et. al (2022), se hace uso del diseño con un framework MDA para poder analizar mejor que la mecánica y dinámica del juego deba

ser simple y repetitiva con tareas fáciles debido al público objetivo que es niños de 3 a 5 años, por lo que el juego debe enfatizar la estética para poder atraer a los pacientes de esas edades. El framework MDA también ha sido usado para proponer ontologías y marcos de trabajo para juegos serios, como en el caso de Kritz (2020), cuyo estudio analiza el conocimiento envuelto en un juego, usando como uno de los principales “visores” al framework MDA.

### **2.2.3. Plataforma de Software**

Los softwares más utilizados en la creación de juegos serios orientados a la temática de STEM fueron para programación móvil, web y de videojuegos. Principalmente, se vio el uso de Unity como software para desarrollo de juegos serios. En el caso de Raffety et. al (2016), se realizó la implementación de un juego orientado a las ciencias de la salud ambiental. Para ello, se ensamblaron los elementos de la animación 3D mediante Unity dado que este es un software que permite un ensamblaje eficaz de los entornos físicos del juego, pero a su vez tolera la integración del código con JavaScript y C#. Si bien, se tiene una similitud en la sintaxis con JavaScript, el lenguaje de programación es una combinación llamada Unity Script, pero actualmente ya no es utilizado este lenguaje por lo que actualmente Unity trabaja con C# y C++. En el caso de Schez-Sobrino et. al (2021), que realizó un juego acerca de robótica para niños de primaria, se utilizó también Unity dado que es motor de videojuegos con capacidad de crear contenido cinematográfico en 3D y 4D, permite detallar mediante el storytelling y tiene más fácil usabilidad para lograr una mejor visualización del producto terminado.

Sin embargo, existen otras plataformas que han sido utilizadas para el desarrollo de juegos serios previos. En el caso de los juegos móviles como *Class Dojo*, no se especificó el software utilizado pero si se indicó en el caso de Benhadj et. al (2019) que se utilizó HTML5. Tras investigar más a fondo sobre *Class Dojo*, se encontró que esta fue desarrollada originalmente como plataforma web por lo que se realizó con JavaScript y HTML. Como indica Rivera (2019), *Class Dojo* terminó siendo un “web-app”, que es un software aplicable para páginas web como en aplicativos móviles. También se menciona que este tipo de software ha aumentado en popularidad en el uso de tecnología en ambientes de aprendizaje por lo que sería recomendable utilizar un software de aplicaciones web. Asimismo, en los juegos serios como *sCool* (Steinmaurer et. al, 2019), que realiza web-app para enseñar a programar en Python a los alumnos de secundaria, y el juego en Android que permite aprender física señalado por Mulyati et. al (2021), se puede ver el uso de una combinación en software para el móvil como para plataformas web, este último utilizó Construct 2, el cual actualmente está retirado. En *Gea2* (Ferro, 2021), se utilizó el lenguaje Java para RESTful Web Services para crear el videojuego sobre las distintas ciencias e integrarlas en un solo lugar permitiendo que los alumnos interactúen mediante el juego serio. Un software para programas específicamente de desarrollo web y móvil dado que permite lenguajes como JavaScript, HTML5 y Java en NetBeans IDE, el cual ha sido utilizado previamente durante la carrera por lo que se tiene conocimientos de su funcionalidad.

### **2.2.4. Procedimiento de implementación**

La metodología de cascada permite un procedimiento ordenado de la creación e implementación de un juego serio. Mulyati et. al (2019) demuestra los siguientes pasos para la creación de un juego sobre física: análisis, diseño, programación, evaluación y

mantenimiento. En este caso, el análisis es la etapa dónde se realizan las especificaciones del software y requerimientos del juego serio. En la etapa de diseño se indican las especificaciones de la apariencia y forma del juego en sí. Luego, en la programación se realiza el código y diseño aplicado a lo previamente documentado para que en la fase de evaluación y pruebas se valide que el juego se ejecute correctamente y sin problemas. Finalmente, en el mantenimiento de acuerdo con las opiniones de los usuarios validadores se busca mejorar y reparar cualquier incidencia.

Muy similarmente a la cascada se tiene la metodología ágil. En algunos de los casos, los juegos serios fueron creados con un diseño de proceso iterativo con los siguientes 3 pasos principales: diseño, desarrollo y evaluación. Este es el caso en *The mice of riddle place*, que sigue los principios de desarrollo ágiles, dónde en la primera etapa de diseño / planificación, se realiza la preparación de cómo será el juego, indicando el plan de diseño y arquitectura. Aquí se realiza la documentación basándose en experiencia previa y datos preliminares importantes para la programación del cual los profesores y alumnos darán sus comentarios de acuerdo con el diseño que se tenga. Luego, se pasa al prototipado y desarrollo de una versión usable y evaluable del juego para poder realizar pruebas y optimizaciones internas. Por último, se experimenta la lección del juego en clase con los alumnos y profesores para poder realizar unas modificaciones finales basadas en los resultados. Se realizan mejoras continuas en base a los comentarios del consumidor para tener una versión final para el mercado (Raffety et. al, 2016). Asimismo, Ferro et. al (2019) realiza una estructuración similar del procedimiento al crear *Gea2*: el diseño, en el cual incluye los componentes del sistema, la narrativa y el estilo de juego: juego de roles; desarrollo, con los distintos niveles, lógico, de datos y de presentación, además de explicar las reglas del juego; por último, se tiene la evaluación la cual es realizada mediante un cuestionario pre y post-juego.

### **2.2.5. Narrativa**

Naul y Lui (2019) presentan distintos puntos que hacen una narrativa de juegos efectiva. Primero se tiene la narrativa distribuida, la cual permite durante todo el juego percibir la narración ambiental. Se tienen inscripciones como tablas, diagramas u otros para ampliar la narrativa. Esto permite conectar más con los personajes e historia, además, el uso de inscripciones permite reducir la carga cognitiva de información permitiendo una mayor facilidad de entendimiento sin la necesidad de aumentar la lectura. Asimismo, la fantasía endógena e integración intrínseca es otro estilo el cual es preciso para juegos educativos debido a que mezcla contenido pedagógico con fantasía, por lo que si los estudiantes se ven motivados y atraídos por la ficción también se verán interesados por el contenido a aprender. El integrar la fantasía con las lecciones permite una mejora en el aprendizaje significativamente, sobre todo en juegos serios orientados a niños en educación primaria.

Por otro lado, se tienen los juegos con personajes empáticos y agentes virtuales. El uso de personajes permite atraer a los alumnos de manera inmersiva debido a que son la forma en la que se relaciona con la historia y tiene el poder de influir en las decisiones del usuario. El tener un personaje que sea empático permite humanizarlo, mejorando la experiencia del jugador debido al vínculo que se forma. Además, tener agentes virtuales, permite que se obtengan consejos y ayudas durante el juego que pueden actuar como pistas apoyando en el aprendizaje. Steinmaurer (2021) introduce correctamente la historia del personaje del juego haciéndolo no solo divertido sino significativo por lo que se logró que los grupos de estudiantes aumenten sus conceptos de Computer Science.

Por último, la narración adaptativa y receptiva permite una personalización en la toma de decisiones, facilitando la interacción con el jugador dado que sienten un mayor interés sabiendo que sus acciones afectan en el juego. Esto ayuda a que los jugadores tomen control sobre la estructura de la narrativa, sin embargo, dificulta la implementación del juego serio debido a la necesidad de distintos sistemas para la variedad de acciones y sus desenlaces, por lo que se recomienda el uso de inteligencia artificial para el manejo de la interacción. En el caso de Calvo-Morata et. al (2018), en el que se realizó un juego serio para generar conciencia sobre el ciberacoso, se tenía este aspecto de que el jugador podía tomar la decisión del personaje que sería víctima del bullying, sin embargo, no se tuvo éxito en lograr su objetivo en estudiantes mayores debido a que no se sentían representados por las opciones de acciones. Esto demostró que este tipo de juegos funciona mejor en adolescentes entre 12 y 15 años, más que en los de 16 y 17 años.

### 2.3. Validación

Se revisaron distintos artículos acerca del uso de juego serio en la educación y sus efectos con el fin de evaluar los métodos y criterios de evaluación.

#### 2.3.1. Diseño de la experimentación

Existen distintos estilos de diseño de experimentos para revisar los cambios en el comportamiento de un grupo, siendo principalmente 4 estilos: investigación de una instancia, un grupo con cuestionario después del experimento; comparación de dos grupos estáticos, dos o más grupos que realizan un cuestionario después del experimento; investigación cuasiexperimental, un grupo con un cuestionario antes y después del experimento; y la investigación experimental, dos o más grupos con cuestionarios antes y después del experimento. (Salinas y Cardenas, 2009)

El diseño experimental presente en los artículos revisados consiste en el diseño de investigación cuasiexperimental en su mayoría, siendo uno grupos de muestra que realizan un cuestionario antes y después de la experimentación de uso de juego serio permitiendo comparar los efectos de jugar. En el caso de experimentación post juego, se realiza sobre todo en variables que son más relacionadas al juego serio en sí, como aspectos de diversión o usabilidad del juego creado. En la tabla 2.3.1 se muestran las distintas aplicaciones de cuestionarios de acuerdo con los trabajos revisados.

**Tabla 2.3.1. Aplicaciones de diseño experimental**

Diseño experimental	Artículo	VARIABLES ANALIZADAS
Investigación de una instancia	Muliyati et al. (2021).	Disfrute, facilidad de uso y calidad audiovisual y lingüística.
	Benhadj et al. (2019).	Experiencia de uso de la herramienta, atención, participación, disfrute, competencia y facilidad de aprendizaje y retención de conocimientos.
Comparación de dos grupos estáticos	Steinmaurer et al. (2019).	Engagement (atención) y emociones durante el juego.
	Sáiz et al. (2020).	Conocimiento adquirido y satisfacción

Investigación cuasiexperimental	Calvo-Morata et al. (2018).	Sensibilización acerca del tópico
	Islam et al. (2022).	Eficiencia y eficacia
Investigación experimental	Ferro et al. (2021).	Simpatía, facilidad de aprendizaje, usabilidad y preferencias
	Fraga-Varela et al. (2021).	Aprendizaje y conocimiento adquirido
	Raffety et al. (2016).	Facilidad de aprendizaje, mecánicas, dinámicas, estética y engagement.
	Schez-Sobrino et al. (2020)	Motivación, conocimiento adquirido, opinión acerca de la programación,

Como mencionan algunos autores entre ellos Ferro et al. (2021), y Raffety et al. (2016), el método de evaluación de aprendizaje más eficiente es mediante el uso de un formulario o examen previo al uso de la plataforma y posterior a este, en dos grupos para poder comparar y evitar sesgos. Este tipo de validación permite ver el cambio en actitudes que tiene el estudiante frente al curso o tema enseñado, así como un entusiasmo por la mayoría de seguir realizando las actividades. Además, permite evaluar también la usabilidad de la herramienta y si esta necesita mejoras para poder hacerla más fácil de entender. Por otro lado, experimentos que han aplicado la investigación de una instancia, tienen mayor cantidad de variables que no han sido consideradas, por ende, no demuestra resultados confiables y presentan errores, como en el caso de Steinmaurer et. al (2019).

### 2.3.2. Instrumentos a utilizar

Los instrumentos utilizados para evaluar las variables de nerd y genio según Starr (2018) fueron las escalas de los estereotipos asociados a personas que trabajan en STEM. En este aspecto, algunos de los estereotipos que mayormente se ven afiliados a un nerd son los de dificultad de tener citas y al encontrar pareja, así como ser socialmente incómodos. Para la variable de genio, se le asocia a estas personas el ser superdotado en matemáticas y ser muy inteligentes por naturaleza.

Para medir las variables orientadas al diseño del juego serio, como la usabilidad, se deben aplicarse preguntas sobre si la interfaz es clara, si los componentes del sistema son útiles y si las facciones del juego ayudan a lograr el objetivo (Ferro et. al, 2021). Asimismo, para medir el *engagement* se propone usar el instrumento de Steinmaurer et al. (2019), que evalúa la inmersión, presencia, flujo y absorción del juego. Todos los instrumentos aquí descritos pueden usar una escala de Likert.

### 2.3.3. Método de análisis de datos

Los métodos de análisis facilitan ver los resultados y comparar, en los casos que se tengan diseños experimentales o cuasiexperimentales, la información antes y después. Es aquí donde se puede concluir si la implementación fue exitosa o no. A continuación, se revisarán los distintos métodos utilizados en algunos estudios previos.

El análisis de ANOVA es uno de los más usados tanto por Sainz (2020) como Raffety et. al (2016), dado que permite comparar la varianza entre medias de diferentes

grupos, es decir de tratarse de casos como la comparación de dos grupos estáticos o diseño experimental, debido a que no se puede tratar de dos grupos con los mismos participantes sino de grupos distintos pero de muestra del mismo tamaño. En el caso de Saiz et al (2020), se agrega también la prueba de ANCOVA el cual es una fusión de ANOVA y regresión lineal múltiple. Se analiza la covarianza para observar los distintos factores presentes dentro de la población, que serían el género, ambiente de aprendizaje y nivel académico.

Fraga-Varela et al (2021) utilizó la prueba t de Student para muestras independientes con el propósito de medir si dos grupos varían entre sí separando a los alumnos por género. Luego realizó una prueba de t de Student para muestras pareadas, para determinar si hay cambios significativos antes y después del juego. Otra forma de medir la existencia de diferencias antes y después del juego es mediante la prueba de Wilcoxon pareada para el caso de Conectado en el cual se utiliza el índice de Jaccard para medir la cantidad de similitud que se tengan entre las pruebas pre y post (Calvo-Morata et al, 2018). Asimismo, la prueba de McNemar para dos muestras relacionadas se puede aplicar en situaciones que se tenga un diseño experimental debido a que evalúa muestras relacionadas como es en el caso de Schez-Sobrino et al (2020) para las pruebas pre y post juego.

### **3. Conclusiones**

El objetivo principal de la investigación fue proponer las características de un juego serio que ayude a reducir los estereotipos en las carreras STEM. Se identificó que los estereotipos nerd y genio, barreras relevantes para el acceso de mujeres a STEM, no han sido abordados aún desde el punto de vista tecnológico, y específicamente por los juegos serios, lo cual representa una oportunidad. Así se plantea considerar estos dos estereotipos como principales objetivos del juego serio a proponer. Se identificó que el framework MDA es el más usado en estudios similares, y el más adecuado para la presente propuesta. En lo que respecta al motor de desarrollo, el Unity es el más adecuado para este juego, en línea con estudios previos que resaltan su escalabilidad en diversas plataformas y su carácter gratuito. Junto con los estereotipos nerd y genio, pueden considerarse a la usabilidad y el *engagement* como factores críticos de éxito del juego. Para verificar estos criterios, es posible utilizar un diseño cuasi experimental, que incluya evaluaciones a usuarios antes y después de utilizar el juego propuesto.

## Referencias

- Almeida, F., & Simoes, J. (2019). The role of serious games, gamification and industry 4.0 tools in the education 4.0 paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 120–136. <https://doi.org/10.30935/cet.554469>
- Avolio, B., Vilchez, C., & Chávez, J. (2018). *Factores que Influyen en el Ingreso, Participación y Desarrollo de las Mujeres en Carreras Vinculadas a la Ciencia, Tecnología e Innovación en el Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú. CENTRUM.
- Azzolina, C. (2022, 28 de julio). La brecha de género en el mundo digital. El Peruano. <https://elperuano.pe/noticia/174605-la-brecha-de-genero-en-el-mundo-digital>
- Benhadj, Y., El Messaoudi, M., & Nfissi, A. (2019). Artificial intelligence in education: Integrating serious gaming into the language class classdojo technology for classroom behavioral management. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 8(4), 382.
- Calvo-Morata, A., Rotaru, D. C., Alonso-Fernández, C., Freire-Morán, M., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2018). Validation of a cyberbullying serious game using game analytics. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(1), 186-197.
- Denner, J., Werner, L., & Ortiz, E. (2012). Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts? *Computers & Education*, 58(1), pp. 240–249. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.006>
- Ferro, L. S., Sapio, F., Terracina, A., Temperini, M., & Mecella, M. (2021). Gea2: A serious game for technology-enhanced learning in STEM. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(6), pp. 723–739. <https://doi.org/10.1109/tlt.2022.3143519>
- Foro Mujeres Poderosas 2022 | ¿Qué tanto ha avanzado la participación de la mujer en el campo STEM? (2022, 28 de setiembre). Forbes Perú. <https://forbes.pe/mujeres-poderosas-peru-2022/2022-09-28/foro-mujeres-poderosas-2022-que-tanto-ha-avanzado-la-participacion-de-la-mujer-en-el-campo-stem/>
- Fraga-Varela, F., Vila-Couñago, E. & Rodríguez-Groba, A. (2021). Serious Games and Mathematical Fluency: A Study from the Gender Perspective in Primary Education. *Sustainability* 13, 6586. <https://doi.org/10.3390/su13126586>
- García-Holgado, A., Díaz, A. C., & García-Peñalvo, F. J. (2019, October). Engaging women into STEM in Latin America: W-STEM project. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 232-239).
- Hoger, M. D. V., Amador, B. O., Turato, P. A., da Silva Santos, L. M., Berardi, R. C. G., & Bim, S. A. (2022, July). Desconstruindo Estereótipos em uma Oficina de Criptografia para Docentes da Educação Básica. In *Anais do XVI Women in Information Technology*, 191-196. SBC.
- Husniah, L., Fannani, F., Kholimi, A. S., & Kristanto, A. E. (2019). Game Development to Introduce Indonesian Traditional Weapons using MDA Framework. *KINETIK*, 4(1), 27-36.
- Islam, M. N., Hasan, U., Islam, F., Anuva, S. T., Zaki, T., & Islam, A. K. (2022). IoT-Based Serious Gaming Platform for Improving Cognitive Skills of Children with Special Needs. *Journal of Educational Computing Research*, 60(6), 1588–1611. <https://doi.org/10.1177/07356331211067725>
- Kritz, J. S. (2020). *An ontology of board games based on the MDA framework* (Doctoral dissertation, PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- Más mujeres en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas mejoraría el desarrollo económico de la región. (2022, 21 de abril). Unesco.org. <https://www.unesco.org/es/articulos/mas-mujeres-en-ciencia-tecnologia-ingenieria-y-matematicas-mejoraria-el-desarrollo-economico-de-la>

- Medeiros, A., Ferreira, I. B., Fonseca, L., & Rolim, C. (2022). Percepções sobre a tecnologia da informação por alunas de ensino médio: um estudo sobre gênero e escolhas profissionais. In *Anais do XVI Women in Information Technology*, 122-132. SBC.
- Muliyati, D., Permana, H., & Amaliyah, A. N. (2021). Designing an Android-based educational game for high school physics. *THE 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION (ICoMSE) 2020: Innovative Research in Science and Mathematics Education in The Disruptive Era*.
- Naul, E., & Liu, M. (2020). Why Story Matters: A Review of Narrative in Serious Games. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 687–707. <https://doi.org/10.1177/0735633119859904>
- Plowman, L., McPake, J., & Stephen, C. (2008). Just picking it up? Young children learning with technology at home. *Cambridge Journal of Education*, 38(3), 303–319. doi:10.1080/0305764080228756
- Raffety, C., Prawat, T., Richter, J., Hamilton, R. F., Schelvan, M., Jones, P., & Holian, A. (2016). Developing Serious Games to Improve Learning and Increase Interest in STEM Careers for Middle School Students: The Mice of Riddle Place®. In *International Conference on Immersive Learning* (pp. 132-143). Springer International Publishing.
- Rivera, C. J. (2019). Using ClassDojo as a Mechanism to Engage and Foster Collaboration in University Classrooms. *College Teaching*, 67(3), 154-159.. 10.1080/87567555.2018.1505710.
- Sáiz Manzanares, M. C., Rodríguez Arribas, S., Pardo Aguilar, C., & Queiruga-Dios, M. A. (2020). Effectiveness of self-regulation and serious games for learning STEM knowledge in Primary Education. *Psicothema*, 32(4), 516–524. <https://doi.org/10.7334/psicothema2020.30>
- Salinas, P. & Cardenas, M. (2009). Métodos de investigación social. *Quipus*, CIESPAL. Recuperado de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55365.pdf>
- Schez-Sobrinho, S., Vallejo, D., Glez-Morcillo, C., Redondo, M. Á., & Castro-Schez, J. J. (2020). RoboTIC: A serious game based on augmented reality for learning programming. *Multimedia Tools and Applications*, 79(45), 34079-34099.
- Starr, C. R. (2018). “I’m Not a Science Nerd!”: STEM Stereotypes, Identity, and Motivation Among Undergraduate Women. *Psychology of Women Quarterly*, 42(4), 489–503. <https://doi.org/10.1177/0361684318793848>
- Steinmaurer, A., Pirker, J., & Gütl, C. (2019). sCool – Game-Based Learning in Computer Science Class: A Case Study in Secondary Education. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 9(2), pp. 35–50. <https://doi.org/10.3991/ijep.v9i2.9942>
- Torres Manrique, D. S., Pérez Portocarrero, A. J., Carrasco García, F. D., Navarro Véliz, A. N., Obeso Manrique, J. A., Canes Acosta, J. M., ... & Miñan Sánchez, L. F. (2021). Encuesta Nacional de Estudiantes de Educación Superior Universitaria 2019: principales resultados. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/7745>
- Yang, D. J., Lu, M. Y., Chen, C. W., Liu, P. C., & Hou, I. C. (2022). Development of a Therapeutic Video Game With the MDA Framework to Decrease Anxiety in Preschool-Aged Children With Acute Lymphoblastic Leukemia: Mixed Methods Approach. *JMIR Serious Games*, 10(3), e37079.