

Inteligencia Artificial

para la transformación
de la **educación**

Enrique Ruiz-Velasco Sánchez
Josefina Bárcenas López
Coordinadores

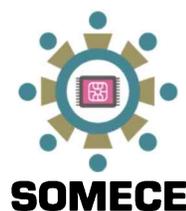


SOMECE



Inteligencia Artificial para la transformación de la educación

ISBN 978-607-59406-1-8



© Coordinadores
Enrique Ruiz-Velasco Sánchez
Josefina Bárcenas López

© Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, A.C.
Alvaro Obregón No. 73
Col. Roma Norte, Alcaldía Cuauhtémoc
C.P. 06700, CDMX, México

© Diseño de portada
María Antonieta Rodríguez Rivera

©Diseño editorial
Enrique Ruiz-Velasco Sánchez
Josefina Bárcenas López

©Apoyo Editorial
Karla Daniela Cruz
Ana Gabriela Sánchez Bárcenas

Reservados todos los derechos.

El contenido de esta obra puede ser reproducida o transmitida solo para fines educativos mencionando los créditos correspondientes a los autores.

Los argumentos, ideas y opiniones presentados en cada uno de los capítulos que integran esta obra, son responsabilidad de cada uno de los autores.

ISBN: 978-607-59406-1-8
Hecho en México
2023©

Desarrollo con IA de un videojuego narrativo no-lineal para estudiantes de licenciatura en ciencia forense



Vicente Torres Zúñiga

RESUMEN

Apoyados en las inteligencias artificiales ChatGPT y Dall-E, se programó un videojuego didáctico que enlaza una aplicación de las ecuaciones de tiro parabólico y los casos de personas que caen desde grandes alturas, tema de interés en el quehacer forense. Utilizando la plataforma Twine se construyó un simulador narrativo no-lineal que cuenta con eventos aleatorios y responde a varios comportamientos de los usuarios. El videojuego se utilizó como material pedagógico complementario en una clase de licenciatura de 37 estudiantes de primer semestre. Como principal resultado observamos un incremento en la calificación promedio del grupo: 0.53/5 puntos entre el examen diagnóstico y posterior de la actividad del videojuego. Además, la dispersión porcentual relativa entre los dos exámenes disminuyó de 21.7% a 17.4%. Más aún, los alumnos manifestaron satisfacción por utilizar este tipo de medios de aprendizaje. La estructura del juego y sus rutinas instaladas permiten una sencilla adaptación para otros temas y asignaturas, incluso interrelacionarlas, las cuales se pueden prototipar más rápido mediante inteligencias artificiales. Estos videojuegos didácticos promueven la evaluación formativa mediante el énfasis de respuestas predeterminadas a acciones específicas del alumno.

PALABRAS CLAVE

ChatGPT, Dall-E, videojuego, física mecánica, simulador, forense, educación 4.0, Twine.

Introducción

En la literatura académica, es cada vez más común encontrar opiniones que destacan los aspectos educativos y positivos de los videojuegos (Reynaldo, 2021). Entendiendo como videojuego al medio de entretenimiento interactivo multimedia y ejecutable en dispositivos electrónicos; tales como equipos portátiles, consolas o computadoras. Los videojuegos permiten a los usuarios participar activamente en la experiencia virtual al controlar elementos o personajes del entorno digital y observar cómo sus acciones presentan una consecuencia en el programa. Por lo regular, tal tipo de retroalimentación está ausente en los medios tradicionales de entretenimiento. En ese sentido, la gama de experiencias abarca desde los juegos casuales (e.g. tipo rompecabezas) hasta complejas narrativas con gráficos avanzados y desafíos tanto estratégicos como de habilidad con los controles (e.g. Rome: Total War). Así, hoy en día, el mercado de los videojuegos cuenta con un alcance y ganancias que sobrepasan a la industria cinematográfica y musical en países desarrollados (Digital Entertainment and Retail Association, 2023).

En tal contexto, han surgido propuestas de utilizar partes de videojuegos para apoyar el aprendizaje de temas concretos de un plan de clase, como puede ser un dilema ético que padecen los civiles en la guerra, e.g. This War of Mine (Ranit Mishori, 2017). Lo que es problemático, porque el usuario debe alcanzar ese punto avanzado del juego para realizar la actividad didáctica, aunque el aprieto se suele resolver igual que con otros medios, a través de un recorte de la obra, en este caso utilizando videoclips. Por otro lado, también existen los videojuegos prediseñados para apoyar un aprendizaje académico. Tal como Foldit, desarrollado en la Universidad de Washington con el fin de aprender los mecanismos del plegamiento molecular al resolver rompecabezas tridimensionales de proteínas reales (Miller, 2020).

Sin embargo, los videojuegos didácticos no son una opción de oferta amplia. Entre los obstáculos a la producción de tales softwares de aprendizaje es la creencia de que representan un proyecto complejo que requiere conocimientos avanzados de programación, narrativa y diseño gráfico. Sin embargo, es posible centrar su construcción en elementos sencillos mediante información escrita, figuras y videos incrustados. Además de utilizar un modelo centrado en la interacción en el material escrito con hipervínculos y formularios, los cuales son apoyados mediante imágenes. En la literatura académica encontramos que esta tarea se puede realizar mediante la plataforma Twine; el cual es un sistema gratuito, completo y cómodo para programar videojuegos de narrativas interactivas. Es decir, las decisiones del usuario afectarán el desarrollo de la trama, por lo cual es una opción popular en la publicación de juegos de texto, novelas interactivas y narrativas bifurcadas (Hambali, 2023). Sus usuarios pueden construir sus historias ramificando las partes a través de la conexión de nodos que representan páginas, pasajes o escenarios. No obstante, la incorporación de eventos aleatorios y respuesta a ciertas acciones de los jugadores, así como añadir elementos gráficos, sí requiere contar, al menos, con experiencia básica en programación.

Existen varias investigaciones sobre la aplicación de Twine para impulsar el aprendizaje en áreas de medicina (Quail, 23), química (Saluga, 2022) y ciencia forense (Thompson, 2020). Sin embargo, en el contexto forense se carece de estudios entre nativos de habla hispana, que presenten datos cuantitativos y cualitativos de su influencia cuando los videojuegos cuentan con una estructura diversa y un diseño gráfico que intenta ser agradable. Hasta nuestro conocimiento, este es el primer reporte que ostenta tales características.

Este documento primero expone el perfil de los estudiantes, de la asignatura y del contexto del tema a aprender. En la siguiente sección se detalla el desarrollo del videojuego, enfatizando la utilización de inteligencias artificiales para acelerar su realización. Más adelante, se explican las herramientas para realizar una evaluación formativa y que dé cuenta de la utilidad del programa. Enseguida, se presenta la generalidad de la secuencia didáctica. En la sección de resultados se enfatizan tanto la información cuantitativa como la cualitativa. Finalmente, después de explicar la prospectiva de esta investigación, se presentan las conclusiones del trabajo.

DESARROLLO

Perfil de los estudiantes y de la asignatura

La población estudiada consistió en 37 estudiantes (~81% son mujeres) con edades entre 17 y 22 años, inscritos en el primer semestre de la Licenciatura en Ciencia Forense de la Universidad Nacional Autónoma de México LCF-UNAM, quienes cursan la asignatura obligatoria: Física Mecánica. Los estudiantes cuentan con un perfil diverso, pero muestran inclinación hacia la ciencia y a los buenos hábitos de estudio, además de condiciones psico y socioeconómicas que no alertan de algún peligro por el cual sean obligados a abandonar su estado de estudiantes de tiempo completo. Sin embargo, en las habilidades de lectura y matemáticas muestran deficiencias más graves de las que se esperaría a su nivel académico. Por otro lado, el programa de estudios de la asignatura es similar un curso de física general preuniversitario (UNAM, ENP, s.f.). La asignatura cuenta con 6 horas semanales, tres de laboratorio y tres de teoría, la presente actividad se ubica en el tiempo de teoría (UNAM-LCF, Física Mecánica, s.f.). En tal contexto se hace una revisión de las ecuaciones de tiro parabólico, que en el quehacer forense son utilizadas en casos de proyección de proyectiles y otros objetos, como automóviles fuera de control y en caída, en personas precipitadas, entre otras aplicaciones.

Características del videojuego

En un tiempo aproximado de 40 horas, distribuidas en dos meses, el simulador se programó en la plataforma Twine, en el formato Harlowe 3.3.6 (Salter, 2021). Por ser la primera experiencia de los autores con este sistema, su desarrollo requirió consultar la documentación del programa, foros y ChatGPT para construir rutinas específicas y simplificar elementos del código fuente. Así se obtuvo un software en HTML5 compatible con navegadores Chromium 1.56.20 o más modernos. Es decir, el programa se puede ejecutar en dispositivos como teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras portátiles y de escritorio disponibles en el mercado. El programa se puede controlar mediante periféricos de entrada convencionales, como el ratón o la pantalla táctil.

El programa presenta cuatro casos de física forense, que son respectivamente identificables mediante colores distintivos: verde, azul, amarillo y naranja. En general, los cuatro casos tratan sobre el mismo tema: "la aplicación de las ecuaciones de tiro parabólico para obtener las condiciones iniciales antes de iniciar la caída de personas desde grandes alturas". Pero cada caso documenta pequeñas diferencias sobre cómo fueron las condiciones iniciales que derivaron en las heridas, posición y postura finales de la persona en cuestión, además de diferencias que son menos relevantes desde la perspectiva forense como es el color de la camisa de la persona precipitada. El usuario debe seleccionar una carpeta y comenzar a trabajar ese caso. Al seleccionar una carpeta, al estudiante se le presentan hasta 10

hipervínculos, 9 muestran información del caso mediante informes técnicos en criminalística, necropsia, fotografía forense, toxicología, dos informes de testigos (uno de ellos se presenta de modo aleatorio en proporción 50%), uno de video, un glosario, y notas de física –que contiene la misma información antes presentada en la clase regular–, el décimo hipervínculo permite acceder a un formulario nativo del programa para responder las preguntas de investigación. En la figura 1 se desglosa en esquema la estructura del videojuego con una carpeta única, la de color verde. La información de cada uno de estos apartados contiene colores distintivos de la carpeta en cuestión, de modo que el estudiante se ubica en que carpeta está trabajando. En la figura 2 se muestra el esquema completo del videojuego con sus 48 pasajes y sus cuatro carpetas/casos.

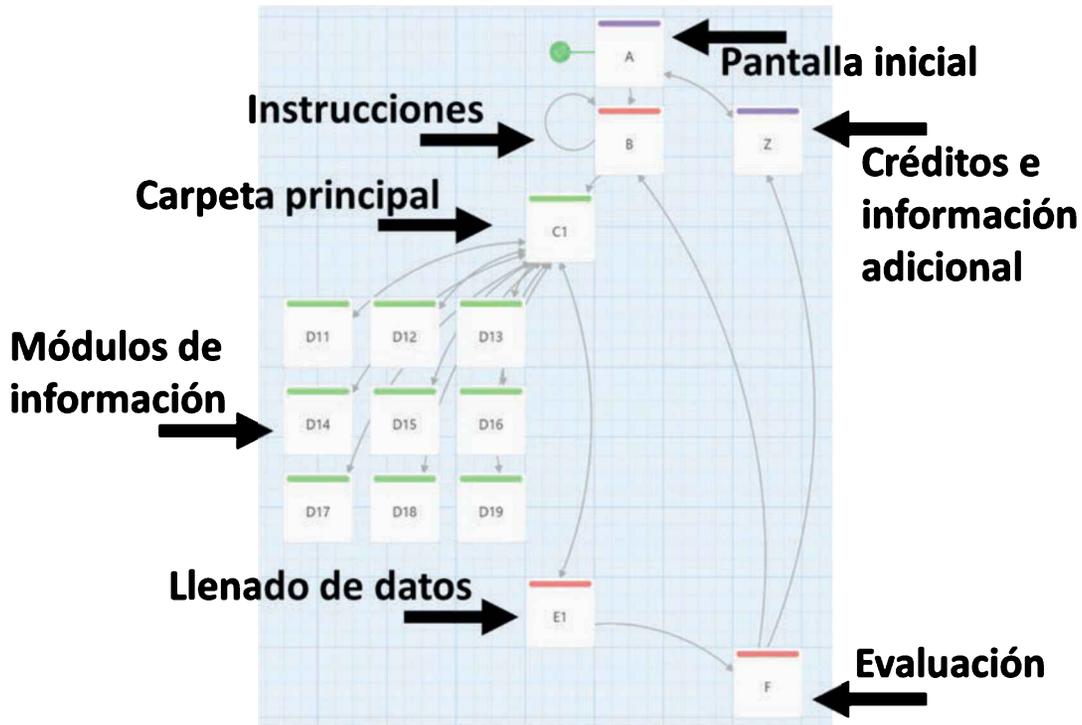


Figura 1. Captura de pantalla de Twine que muestra el videojuego con una sola carpeta de investigación (la verde). Se señalan los conjuntos de pasajes del videojuego.

Es oportuno aclarar que la información de estos casos está inspirada en hechos reales, pero no se exhiben datos personales, instituciones o de lugares reales, lo que se reafirma en el programa en un aviso en la sección de "créditos y más". De hecho, se procuró minimizar el morbo o que resulte repugnante alguna figura o información. Así, todas las imágenes se realizaron mediante algún programa de cómputo en estilo de polígonos o esquemas. Por ejemplo, En lugar de presentar un manchón de lago hemático como indicio, se utiliza un círculo rojo. Más aún, en la página inicial del programa se presenta la advertencia que el software "no es apto para menores de edad y personas susceptibles a temas relacionados con la muerte."

De la figura 2 se observa que las carpetas no representan niveles de dificultad, más bien son opciones para una secuencia que finaliza cuando todas las carpetas son revisadas. También es destacable que esta estructura puede incorporar más carpetas. Sin embargo, para este momento, la revisión de cuatro casos es suficiente para realizar las primeras pruebas con los estudiantes. Es probable que esta estructura se pueda adaptar con facilidad para asignaturas en ciencia forense. Así, cuando nos referimos que la narración en el programa es no-lineal

implica que el alumno puede escoger su propio camino de carpetas, y en cada una decidir que informes revisar o revisitar, construyendo un camino que representa una experiencia personal, la cual no necesariamente debe etiquetarse como incorrecta o correcta. En contraste, las historias lineales, obligan al usuario a seguir una secuencia, a no perder alguna parte por riesgo a dejar de comprender los sucesos.

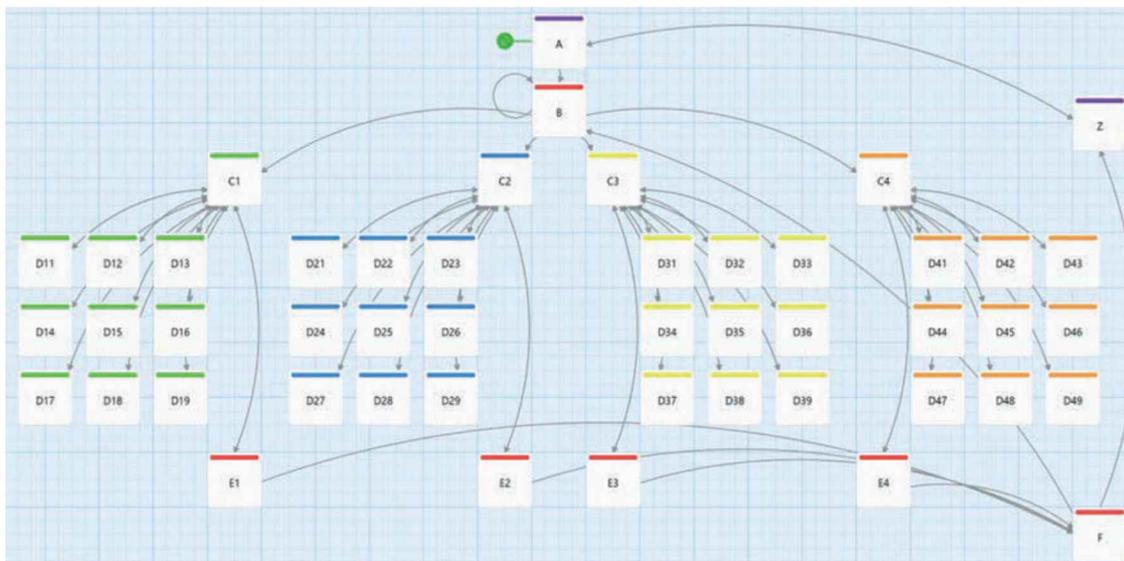


Figura 2. Captura de pantalla del videojuego completo (con sus 48 pasajes). En colores de etiquetas se muestran las cuatro carpetas: verde, azul, amarillo y naranja. En rojo se muestra las pantallas de inicio, llenado de informe y evaluación. Por último, en morado se marcan las pantallas de inicio y créditos

La redacción de cada informe se comenzó con ChatGPT 3.5, pero después fue revisada por especialistas del área, cuyos nombres aparecen en los créditos del programa. Las ilustraciones no técnicas se generaron mediante Dall-E 2, como es el caso de una figura del inicio de la pantalla y créditos, que representa un hombre cayendo al vacío, ver figura 3. En las siguientes pantallas se muestra un avatar de una maestra que es la guía del videojuego, además otras secciones se ilustran con identificaciones falsas de personas y algunos elementos decorativos. Mediante los buscadores Google-images y TinEye se comprobó que estas imágenes no se encontraban previamente publicadas o que tenían derechos reservados de utilización o publicación. Las ilustraciones técnicas se realizaron mediante PowerPoint y Virtual Crash 5, que es un simulador profesional para casos de hechos de tránsito y criminalística (Torres Zúñiga, Comparación analítica entre video y simulación de una precipitación, 2022). De hecho, cada caso se realizó con una simulación en tal programa y de sus resultados se conformó el archivo del informe de fotografía de la correspondiente carpeta del videojuego.

De Twine se obtiene un archivo HTML5, el simulador terminado, que se montó en un servidor y es accesible para todo el público (con licencia *creative commons* tipo: BY-NC-SA 4.0) mediante una página web dedicada de la Escuela Nacional de Ciencias Forenses ENACIF, cuya dirección es: http://www.enacif.unam.mx/?page_id=8593

Al estilo de sitios web de videojuegos como itch.io, en tal micrositio se explica las generalidades del juego, adicionalmente se puede consultar la bitácora de versiones. Al momento de redactar este documento, la versión actual es la 1.0.

Desarrollo de examen diagnóstico y de salida

La información relacionada con el tema de física forense se cargó en ChatGPT y mediante un *prompt* explícito se solicitó a la computadora que presentara diez preguntas de opción múltiple para estudiantes universitarios (Torres Zúñiga, Simulación digital para reconstrucción mecánica de hechos en una precipitación, 2023). De las preguntas propuestas por la inteligencia artificial se seleccionaron cinco reactivos, a los que se les mejoró su redacción. Después, las preguntas se montaron en GoogleForms, al que se le indicó que las presentara aleatoriamente a los alumnos. Los estudiantes respondieron este cuestionario antes (examen diagnóstico) y después (examen de salida) de la actividad del videojuego. Los estudiantes no tuvieron acceso a las respuestas correctas en ninguno de estos dos momentos. Así se obtuvieron indicadores de desempeño en el aprendizaje de los estudiantes. Las preguntas del cuestionario fueron:

1. ¿Qué término se utiliza en el contexto forense para referirse al movimiento de un cuerpo al descender debajo de su plano de sustentación por causa de la gravedad?
 - a) Caída. b) Salto. c) Precipitación. d) Defenestración.
2. ¿Cuál es la velocidad promedio de caminata de una persona adulta y saludable?
 - a) 0.14 m/s. b) 1.4 m/s. c) 14 m/s. d) 140 m/s.
3. ¿Qué indicio principal se utiliza en el análisis de precipitaciones para determinar la velocidad mínima inicial del movimiento de una persona?
 - a) El ángulo de caída al inicio del movimiento. b) La velocidad del viento. c) La posición y postura final del cuerpo. d) El historial de condición física de la persona.
4. ¿Cómo se llama el punto que se utiliza en física para representar la distribución de masa de todo el cuerpo humano durante el movimiento? Centro de...
 - a) gravedad. b) rotación. c) masa. d) equilibrio.
- 5) ¿Qué tipo de trayectoria sigue un cuerpo modelado como un punto en ausencia de fricción durante una precipitación?
 - a) Lineal. b) Parabólica. c) Elíptica. d) Hiperbólica.

Interacción con el programa

El programa sigue la estructura de un videojuego típico. Primero presenta una pantalla de inicio, ver figura 3. Después en una subventana el usuario escribe su nombre, luego aparece una ventana de instrucciones donde aparecen cuatro carpetas de colores.

Al escoger una carpeta, se le dan detalles del caso y se le reiteran las instrucciones, además de que se le presentan las preguntas que responderá en el cuestionario nativo de Twine. Si así lo decide el estudiante, puede responder el cuestionario después de revisar dos informes, y como máximo se pueden consultar cinco dictámenes forenses; que desencadena que el programa muestre una pantalla de que se superó el límite y que debe el usuario intentarlo con otra carpeta. Cuando se responde el formulario de cada carpeta, el programa muestra una retroalimentación a las respuestas. El simulador mostrará en rojo y un emoji de corazón roto si una respuesta es incorrecta, como afirmar que "el centro de masa de una persona en caída libre no sigue una trayectoria parabólica" o que "la persona comenzó su movimiento a una rapidez superior a la que alcanza un automóvil de carreras en competencia". Es decir, el

programa retroalimenta las decisiones del usuario, pero no otorga una calificación numérica final.



Figura 3. Pantalla de inicio del videojuego: "Carpetas, simulador de ciencia forense y física"

Sin embargo, si las respuestas de los usuarios se encuentran dentro de un intervalo de tolerancia aparecerán emojis grandes de estrellas y un video de cómo se realizó la simulación de la precipitación de ese caso. Ese video representa el premio mayor en el juego.

El programa no es condescendiente con los estudiantes. A diferencia de otros videojuegos relacionados con estos temas, no finaliza con el arresto de algún personaje ni se resuelve por completo el caso. La intención en el programa es mostrar una parte de la realidad del quehacer forense. El programa muestra un mensaje agradeciendo las respuestas correctas y el comportamiento profesional, pues permitieron acercarse a la verdad de los hechos. En esta etapa, el estudiante puede abrir el formulario externo y escribir su experiencia con el programa, que incluye un código encriptado, que contiene datos sobre que carpetas visitó y que datos escribió en el formulario nativo de Twine. Finalmente, al terminar de responder las cuatro carpetas, el programa agradece la participación e invita a revisar los créditos o cerrar la pantalla. Sin embargo, el estudiante puede reiniciar el juego desde la página del micrositio de la ENaCiF.

Generalidad de la secuencia didáctica

En la primera fase se presentó el tema "la aplicación de la física mecánica (ecuaciones de trayectoria parabólica) para obtener las condiciones iniciales antes de iniciar la caída de personas desde grandes alturas" mediante exposición de láminas, resolviendo ejercicios y realizando apuntes en un periodo de siete horas y media.

Una semana después, en la segunda fase, se aplicó un examen previo a la actividad con el videojuego, después se accedió al programa (el cual también contiene la información esencial del tema de física), los estudiantes retroalimentaban su experiencia después de resolver al menos un caso de cuatro del videojuego y volvieron a contestar el mismo examen de la actividad. En el examen diagnóstico como el posterior al juego fueron el mismo, pero presentadas en diferente orden al primer examen. En ambos casos sus calificaciones se mantuvieron reservadas. Todo esto con acceso a sus notas y en un periodo de una hora y media. Es decir, el tiempo total del tema fue de nueve horas. La actividad del simulador se realizó dentro de un aula acondicionada con 37 computadoras de escritorio (DELL, de 8 a 16 GB en RAM, procesador Intel i7) conectadas a Internet y en monitores de 17 pulgadas; de modo de que cada estudiante trabajó individualmente en el tiempo de clase, en una hora y media.

El videojuego no permite la extracción automática de datos de los usuarios. Sin embargo, el programa se enlazó a un cuestionario para que cada alumno retroalimentara sobre su experiencia. La información recabada del estudiantado fue: sus respuestas del examen previo a la actividad, la retroalimentación que voluntariamente ellos escribieron en un cuestionario y las respuestas del examen previo y después de la actividad. Además, monitoriamos el número de visitas en los videos de las simulaciones de los casos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del grupo de 37 alumnos únicamente 2 accedieron al video de la simulación con la que se construyó el caso respectivo, la meta final del juego. Lo que implica que debe considerarse que los estudiantes necesitan reforzar parte de algunos temas, o bien hacer más laxa la obtención del premio.

De acuerdo con los resultados globales del examen diagnóstico y de salida, ver tabla 1, el promedio global de los estudiantes aumentó de 2.97 a 3.5 puntos de 5 obtenibles. El incremento de 0.53 puntos lo consideramos cómo un indicador de aprendizaje a corto plazo. Más aún, la desviación estándar disminuyó de 0.64 a 0.61 puntos, indicando que el grupo mejoró en un 4.3% en la diferencia de la dispersión porcentual relativa. Estos datos los interpretamos como un avance en el aprendizaje, pero no a tal grado a que muchos estudiantes obtuvieran las respuestas necesarias para alcanzar la meta final, el video de la simulación.

	Antes del videojuego	Después del videojuego
Promedio	2.97	3.5
Desviación estándar	0.64	0.61
Dispersión porcentual relativa (%)	21.7	17.4

Tabla 1. Resultados cuantitativos de la calificación grupal del examen de opción múltiple antes y después de la actividad con el videojuego.

Adicionalmente, en la figura 4 se muestra la gráfica de barras de la respuesta promedio a un cuestionario que graduaba a enunciados desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo). Incluso considerando los valores mínimos asociados a la resta de promedio y la desviación estándar, obtuvimos respuestas positivas sobre la experiencia con el videojuego. Por arriba de valores de cuatro los estudiantes consideran que el programa es entretenido, fácil de leer y utilizar, además de que es verosímil a su quehacer profesional; de

modo que lo volverían a ejecutar y les agradaría más ejercicios similares. Mientras que la comparación entre su percepción de que saben y cómo el programa les evalúa, se encuentra por lo menos por arriba de los 3.4 puntos, lo cual interpretamos como positivo y acorde con los resultados cuantitativos



Figura 4. Grafica de barras con su incertidumbre estándar con el grado de aceptación a los enunciados en una escala de 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo).

Además de los indicadores cuantitativos, se deben considerar los indicadores cualitativos. La mayoría de las respuestas de los estudiantes del cuestionario externo expresaron elocuentemente su agrado con la experiencia del videojuego. Entre las respuestas descriptivas de los estudiantes sobre el software, destacaron los siguientes textos:

1. "Interesante, algo diferente a lo que he visto. Lo considero bastante eficiente para tener una mejor percepción sobre las evidencias que uno puede captar".
2. "Es muy entretenido, creo que realmente se asemejaría a una experiencia forense, tener que tomar las decisiones correctas porque hay poco tiempo".
3. "Me gustó mucho esta actividad, no fue aburrido y a la vez reafirmé algunos conocimientos".
4. "Muy entretenido, la información estaba especificada claramente y en los datos de física había información importante".
5. "Agradable. Fue entretenido y puso a prueba nuestra capacidad de análisis, además de una buena representación de lo que puede ser la investigación en el mundo real: la gestión del tiempo y la identificación de indicios relevantes. Es corto y conciso".
6. "Es un programa genial, no sabía que cosas hacer, te ayuda a darte cuenta de cómo está tu eficacia".

7. "Fue retadora y bastante interesante, tener este tipo de modelos se me hace muy útil para poner a prueba y mejorar nuestras habilidades de investigación."

Los datos cuantitativos y cualitativos indican que el videojuego puede ser una herramienta didáctica útil. Sin embargo, existen áreas de oportunidad para mejorar el programa, la secuencia didáctica y el estudio de su impacto entre los estudiantes. Por ejemplo, se debe estudiar la respuesta de estudiantes de semestres más avanzados, o bien cuando el tema de tiro parabólico no este tan cercano a la actividad con el videojuego. Incluso se debe observar la respuesta de estudiantes de carreras poco afines a la ciencia forense o la física. Se requiere un análisis comparativo de que informes revisa una persona experta en comparación de una neófita en el tema. El examen diagnóstico y posterior a la actividad debe contar con más reactivos para asegurar estadísticamente que existe una mejora promedio en las respuestas. Asimismo, considerando que la mayoría de videojuegos se estructura mediante niveles progresivos de dificultar, por lo menos, a esta propuesta se le puede incorporar un nivel más sencillo (una carpeta gris) que le permita a los estudiantes obtener un primer gran premio. En todo caso, esta clase de herramientas pedagógicas son perfectibles.

CONCLUSIONES

Además de los indicadores cuantitativos, se deben considerar los indicadores cualitativos. La mayoría de las respuestas de los estudiantes del cuestionario externo expresaron elocuentemente su agrado con la experiencia del videojuego. Entre las respuestas descriptivas de los estudiantes sobre el software, destacaron los siguientes textos:

1. "Interesante, algo diferente a lo que he visto. Lo considero bastante eficiente para tener una mejor percepción sobre las evidencias que uno puede captar".
2. "Es muy entretenido, creo que realmente se asemejaría a una experiencia forense, tener que tomar las decisiones correctas porque hay poco tiempo".
3. "Me gustó mucho esta actividad, no fue aburrido y a la vez reafirmé algunos conocimientos".
4. "Muy entretenido, la información estaba especificada claramente y en los datos de física había información importante".
5. "Agradable. Fue entretenido y puso a prueba nuestra capacidad de análisis, además de una buena representación de lo que puede ser la investigación en el mundo real: la gestión del tiempo y la identificación de indicios relevantes. Es corto y conciso".
6. "Es un programa genial, no sabía que cosas hacer, te ayuda a darte cuenta de cómo está tu eficacia".
7. "Fue retadora y bastante interesante, tener este tipo de modelos se me hace muy útil para poner a prueba y mejorar nuestras habilidades de investigación."

Los datos cuantitativos y cualitativos indican que el videojuego puede ser una herramienta didáctica útil. Sin embargo, existen áreas de oportunidad para mejorar el programa, la secuencia didáctica y el estudio de su impacto entre los estudiantes. Por ejemplo, se debe estudiar la respuesta de estudiantes de semestres más avanzados, o bien cuando el tema de tiro parabólico no este tan cercano a la actividad con el videojuego. Incluso se debe observar la respuesta de estudiantes de carreras poco afines a la ciencia forense o la física. Se requiere un análisis comparativo de que informes revisa una persona experta en comparación de una neófita en el tema. El examen diagnóstico y posterior a la actividad debe contar con más reactivos para asegurar estadísticamente que existe una mejora promedio en las respuestas.

Asimismo, considerando que la mayoría de videojuegos se estructura mediante niveles progresivos de dificultar, por lo menos, a esta propuesta se le puede incorporar un nivel más sencillo (una carpeta gris) que le permita a los estudiantes obtener un primer gran premio. En todo caso, esta clase de herramientas pedagógicas son perfectibles.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue apoyado por la convocatoria UNAM-DGTIC-CATIC 2023.

REFERENCIAS

- Digital Entertainment and Retail Association. (2023, enero 10). *Digital Entertainment and Retail Association*. el mercado de los videojuegos cuenta con una alcance y ganancias que sobrepasan a la industria cinematográfica, musical y literaria.: <https://eraltd.org/news-events/press-releases/2023/top-gun-maverick-harry-styles-and-fifa-23-drive-uk-entertainment-sales-to-record-111bn/>
- Hambali, M. (2023). Twine as a Digital Tool in Writing Digital Fiction: A Creative Writing Instruction in Higher Education. *20th AsiaTEFL-68th TEFLIN-5th iNELLTAL Conference (ASIATEFL 2022)* (pp. 208-225). Atlantis Press.
- Miller, J. A. (2020). Introducing Foldit education mode. *Nature structural & molecular biology*, 27(9), Nature structural & molecular biology.
- Quail, N. P. (23). Twine virtual patient games as an online resource for undergraduate diabetes acute care education. *BMC Medical Education*, 1, 1-8.
- Ranit Mishori, S. K. (2017). War games: using an online game to teach medical students about survival during conflict 'When my survival instincts kick in, what am I truly capable of in times of conflict?'. *Medicine, Conflict and Survival*, 33(4), 250-262.
- Reynaldo, C. C. (2021). Using video games to improve capabilities in decision making and cognitive skill: A literature review. *Procedia Computer Science*(179), 211-221.
- Salter, A. &. (2021). *Twining: critical and creative approaches to hypertext narratives*. Amherst College Press.
- Saluga, S. J. (2022). Inter-Twine-d: Combining Organic Chemistry Laboratory and Choose-Your-Own-Adventure Games. *Journal of Chemical Education*, 99(12), 3964-3974.
- Thompson, T. (2020). Choose your own murder: non-linear narratives enhance student understanding in forensic science education. *Forensic science international: Synergy*(2), 82-85.
- Torres Zúñiga, V. (2022). Comparación analítica entre video y simulación de una precipitación. *Revista Digital de Ciencia Forense*, 1(1), 23-37.
- Torres Zúñiga, V. (2023). Simulación digital para reconstrucción mecánica de hechos en una precipitación. *Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud*, 8(1), 10.
- UNAM, ENP. (n.d.). *PROGRAMA DE ESTUDIOS DE LA ASIGNATURA DE: FÍSICA IV. ÁREA I*. https://www.dgire.unam.mx/webdgire/contenido/normatividad/enp/prog_indicativos/6o/I/1611.pdf
- UNAM-LCF, Física Mécanica . (n.d.). http://www.cienciaforense.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2015/03/Primer_Sem_Plan_LCF_UNAM.pdf