

Experior: Revista de Investigación de ADEN University  
ISSN L 2953-3090  
Vol. 1 (2) julio-diciembre 2022

## Videojuego en lenguaje Scratch para la enseñanza de la física en estudiantes de ingeniería

*Video game in Scratch language for teaching physics teaching in engineering students*

Juan Antonio Ramírez S.<sup>1</sup>  
ADEN University - Campus Panamá  
[juan.ramirez@adenuniversity.edu.pa](mailto:juan.ramirez@adenuniversity.edu.pa)  
<https://orcid.org/0009-0000-4324-6789>

**Recibido:** 15/10/2022.

**Aceptado:** 25/12/2022.

**Publicado:** 30/12/2022.

**Cómo citar:** Ramírez, J. (2022). Videojuego en lenguaje Scratch para la enseñanza de la física en estudiantes de ingeniería. *Experior*, 1(2), 148-160.  
<https://doi.org/10.56880/experior12.4>

### Resumen

Este artículo presenta los hallazgos derivados del diseño y construcción de un videojuego en lenguaje Scratch como herramienta para la enseñanza de la física en estudiantes de ingeniería de ADEN University. Esta investigación se realizó bajo el paradigma empírico analítico de enfoque mixto (Cuanti-cualitativo), que conlleva a una tipología propositiva mediante un diseño documental y de campo, el cual se orientó a explorar el potencial del lenguaje de programación referido, y a partir de este, prototipar las fases del videojuego. Como técnica e instrumento de recolección de datos se implementó la revisión documental mediante una matriz de registro, y a su vez, una encuesta apoyada en el uso de un cuestionario el cual se constituye en el mecanismo de evaluación docente. La población estuvo constituida por un total de 41 sujetos (Estudiantes de Ingeniería cursantes de la asignatura Física I), pertenecientes a los grupos del año 2022. Los principales resultados obtenidos evidencian que los estudiantes mostraron empatía y motivación ante el uso empírico del juego diseñado, alegando que las clases resultaban ser dinámicas y fuera de las metodologías rutinarias que se aplicaban para el aprendizaje de la física I. Por otro lado, se obtuvo que a través del uso del canal de YouTube del investigador, se logró despertar el interés por parte del público consumidor de videos con dibujos animados para interactuar con el problema planteado en la vida real y esto se considera un factor motivador para la producción de videojuegos serios.

**Palabras clave:** Gamificación, juegos serios, videojuegos, física universitaria, Scratch, ingeniería.

### Abstract

This article presents the findings derived from the design and construction of a video game in Scratch language as a tool for teaching physics to engineering students at ADEN University. This research was conducted under the analytical empirical paradigm

---

<sup>1</sup> Docente e investigador universitario, ingeniero industrial con especialidad en alta gerencia.  
<https://www.youtube.com/@JuanRamirezprofe>

of mixed approach (quantitative-qualitative), which led to a propositional typology through a documentary and field design, which was oriented to explore the potential of the programming language referred to, and from this, to prototype the phases of the video game. As a data collection technique and instrument, a documentary review was implemented by means of a registration matrix, and in turn, a survey supported by the use of a questionnaire, which constitutes the mechanism for teacher evaluation. The population consisted of a total of 41 subjects (Engineering students taking Physics I), belonging to the groups of the year 2022. The main results obtained show that the students showed empathy and motivation before the empirical use of the designed game, claiming that the classes were dynamic and out of the routine methodologies applied for the learning of Physics I. On the other hand, it was obtained that through the use of the researcher's YouTube channel, it was possible to awaken interest on the part of the video-consuming public with cartoons to interact with the problem posed in real life and this is considered a motivating factor for the production of serious video games. **Keywords:** Gamification, serious games, video games, university physics, Scratch, engineering.

### Introducción

Según Ackermann (2011), cada vez más psicólogos y científicos cognitivos están de acuerdo en que el conocimiento obtenido por medio de la experiencia directa en el propio contexto del estudiante causa que el estudiante aprenda de forma más eficaz, mediante la adquisición de conocimientos útiles para la vida profesional. En sus principios, el constructivismo parecía no tener coherencia con las teorías desarrollistas tradicionales del proceso enseñanza aprendizaje. Sin embargo, los hechos evidencian que el aprendizaje colaborativo y las experiencias en el contexto generan en el participante experiencias útiles, y que, al fusionarse de lo concreto a lo abstracto, logran el cumplimiento de los mismos objetivos de aprendizaje de la enseñanza tradicional.

En el caso de física, específicamente en lo que respecta a la mecánica, muchos de los conceptos y teorías suelen ser familiares. Todos hemos observado cuerpos en movimiento; hasta los hemos medido con una regla. Estamos muy familiarizados con la gravedad e incluso con conceptos más abstractos como el trabajo y la energía, pero para un ingeniero esta familiaridad debe ser el punto de partida en física y no el fin de su formación. En muchas facultades de ingeniería se asume que por el hecho de haber aprobado una prueba de admisión o de preparatoria, el estudiante posee la suficiente capacidad para comprender y aplicar los conceptos de un curso de física universitaria tradicional.

Desde la perspectiva de la formación competente se plantea el reto de simular los contextos en los que el futuro ingeniero ejercerá sus funciones. Para lograr tales fines, son muy valiosos los recursos didácticos multimedia, dado que permiten a los estudiantes obtener una adecuada comprensión del contenido tratado en clase, es por ello, la importancia de la comunicación visual al momento de elaborar un recurso multimedia, sea este una infografía o un videotutorial, los cuales deben tener una planificación previa, para que de esta manera cumplan con los objetivos de aprendizaje. (Mejía Calle, 2020, p. 80)

Actualmente, los medios audiovisuales para el proceso formativo orientado a la enseñanza de ciencias básicas de la ingeniería combinan texto, ilustraciones, sonidos, videos y animaciones, con el objetivo de facilitar el conocimiento y conseguir un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes, destacando que las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), buscan ser cada vez más multisensoriales, en donde no sólo se incluyan los sentidos de la vista y el oído, sino cada vez más, el sentido del tacto.

En ese contexto de ideas, se tiene que la realidad estudiada sobre la enseñanza-aprendizaje de la física reporta entre otros síntomas que el rendimiento académico del estudiante presenta una media aproximada de 76.96 Puntos de calificación final en el proceso formativo; por otro lado, se tiene que los estudiantes recurren al uso de los recursos digitales proporcionados mediante los canales de comunicación respectivos a última hora antes de entregar las actividades de evaluación; a su vez, los estudiantes presentan indicios de desmotivación hacia el estudio de la física. Finalmente, se reportan pocos niveles de participación en los encuentros sincrónicos pautados para el trabajo colaborativo en cada unidad de aprendizaje abordada desde el entorno virtual definido para ello.

No obstante, la realidad observada en la asignatura de Física I impartida bajo modalidad online, en ADEN University durante el período 2022, precisa que los estudiantes consideran importante la implementación de recursos didácticos interactivos basados en TIC, que sean colaborativos y que se orienten a la resolución de problemas reales mediante situaciones prácticas, lo que se ha logrado empíricamente a través del uso del canal de YouTube del docente investigador, quien ha compartido videotutoriales en el área logrando captar el interés y entusiasmo de los estudiantes frente al aprendizaje de los contenidos de física planificados.

Como dato relevante, se tiene que el canal de YouTube mencionado anteriormente, es un espacio especializado en contenido didáctico para el aprendizaje de las ciencias básicas de la ingeniería aplicando las TIC con animación, el cual actualmente cuenta con aproximadamente 300,000 visitas acumuladas en el tiempo y 940 suscriptores. En cuanto al contenido producido, existe un video tutorial titulado “Física como construir una gráfica en papel milimétrico”, que cuenta con más del 50% de las vistas, de un total de más de 230 videos producidos hasta la fecha. La principal característica de este video consiste en la explicación paso a paso, simulando el uso de regla, lápiz y papel milimétrico, sobre cómo construir una gráfica en base a un ejemplo. Vale la pena por varias razones, que una de las hipótesis sobre el por qué este video tiene un éxito muy superior al resto de los existentes en el canal es, la interactividad obligatoria del observador con las herramientas para construir la gráfica.

Todo lo anterior argumenta la necesidad de implementar nuevas estrategias didáctica basadas en gamificación, como lo es el caso particular del uso de los videojuegos, a razón de incrementar el desempeño académico en el área de la física, la motivación, participación, entre otros factores que intervienen en el proceso de aprendizaje de la unidad curricular respectiva.

## **Fundamentación Teórica**

### **Importancia de la gamificación en la metodología STEAM**

Desde la perspectiva de las competencias docentes necesarias para una aplicación más eficaz de las TIC, se puede decir que actualmente nos encontramos en medio de un mundo cada vez más digitalizado. La inteligencia artificial tiene una fuerte tendencia a reemplazar la inteligencia humana en muchas actividades, y la docencia no escapa a esta situación. En el caso de la formación de los ingenieros, el concepto Industria 4.0 cada vez es más dominante en el ámbito productivo global, el cual contrasta fuertemente con nuestra realidad productiva local, en donde aún predominan los sistemas hombre-máquina, conduciendo con urgencia a la actualización de diseños curriculares que integren con mayor énfasis las denominadas TIC interactivas con los estudiantes.

A nivel de la formación de la nueva generación docente, cada vez más son los países que no conciben un diseño curricular sin formación en métodos digitales interactivos, y esto se debe en gran medida porque las nuevas generaciones de participantes en los cursos nacen y viven con la digitalización como lo fue para

generaciones anteriores el papel, la radio y la televisión (Ocaña-Fernández, Valenzuela-Fernández et al., 2020, p.9-10)

Las TIC, que durante varios años se limitaban a exposiciones principalmente visuales, han ido incorporando en la práctica novedosos recursos en su momento como videos, sonidos y animación, dando paso a la gamificación y los juegos serios. La gamificación ha logrado obtener resultados positivos en comparación con el método tradicional de enseñanza tanto en los niveles de aprendizaje como en la motivación y el interés en la materia. Como ciencia básica de la ingeniería, física es fundamental para asignaturas como diseño mecánico, diseño de sistemas físicos y procesos de manufactura entre otros. La gamificación apoyada con tecnología resulta especialmente eficaz en el desarrollo de competencias transversales para los ingenieros (Torres-Barreto, Álvarez-Melgarejo et al., 2021, p.15)

Los juegos serios son aquellos que tienen una finalidad distinta al mero entretenimiento del jugador, y su utilización en la educación es cada vez mayor. Suele reconocerse al investigador Clark C. Abt como la primera persona en utilizar el término juego serio desde 1970, con la publicación de su libro *Graves Games*. Actualmente en Europa y en otros países existen compañías dedicadas a la producción de juegos serios en el campo de la salud y el entrenamiento militar, entre otras especialidades (Universidad Erasmus de Rotterdam, 2023).

La gamificación puede definirse como la integración de elementos de juegos en contextos y situaciones que no son de juego. De ahí, que la gamificación se está aplicando actualmente en temas como la sostenibilidad, conductas amigables con el ambiente, logística y producción; sin embargo, se hace necesario distinguir los conceptos gamificación, diseño de juegos y juegos serios. Si bien es cierto, la gamificación está evidenciando resultados positivos a un número significativo de actividades comerciales y empresas, esta no poca veces encuentra dificultades en la actividad de diseño de juegos serios. No obstante, tampoco es imposible aplicar la gamificación en el proceso de diseño. Las experiencias y sentimientos propios luego del acto de jugar pueden resultar en el incremento del valor en actividades serias en el contexto educativo, como los cálculos matemáticos y la medición. Las etapas en un proceso de diseño de videojuego se pueden clasificar en tres conceptos: mecánica, dinámica juego y estética del videojuego. La mecánica del videojuego se refiere al algoritmo y el tratamiento de datos. La dinámica del juego se refiere al desempeño del juego en cuanto a tiempos, entrada de datos, proceso y salida de la información y desempeño del algoritmo del videojuego. La estética se refiere a las causas y efectos del videojuego en los sentimientos y motivaciones de los jugadores (Matallaoui, Hanner et al., 2017)

La metodología STEAM busca formar a los estudiantes de forma integral en cinco áreas de conocimiento que son ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Esta metodología resulta necesaria cuando se busca formar a los ingenieros como personas inclusivas, líderes en la realización de tareas y proyectos útiles para la sociedad. En este sentido, el lenguaje de programación Scratch posibilita este objetivo en el proceso de diseño de un videojuego. Tanto su interfaz como sus recursos facilitan el planteamiento, el razonamiento, la argumentación matemática y resolución de problemas, así como también competencias como liderazgo, trabajo en equipo y comunicación (Cabrera-Medina, Sánchez-Medina et al., 2020, p.123)

### **Potencial de los videojuegos en la formación de los ingenieros**

En el ámbito laboral y profesional, los ingenieros realizan muchas funciones las cuales podemos clasificar como administración de la producción, diseño de sistemas de producción, diseño de productos, gestión total de la calidad, automatización industrial, mantenimiento, higiene y seguridad laboral, investigación de operaciones, ingeniería

económica, ergonomía, administración y gestión de proyectos entre otras (González-Hernández y Granillo-Macías, 2020, p. 2)

Los videojuegos ciertamente tienen mucho potencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias básicas de la ingeniería. El proyecto Cruzando el Río está siendo diseñado y construido para un curso de física universitaria, y por lo pronto se puede apreciar su potencial en áreas como la simulación de procesos, diseño de productos y automatización. De hecho, en el proceso de mejora continua del videojuego se habrán de incorporar, no solo temas propios de un curso de física sino también temas como los de un curso de seguridad e higiene laboral, por ejemplo. Quizás la materia que está vinculada de una forma más directa con física y otras ciencias básicas de la ingeniería es procesos de manufactura. En el ámbito de los procesos de manufactura encontramos áreas de conocimiento tales como el estudio del trabajo, automatización de sistemas de producción, mantenimiento, diseño de producto, diseño de instalaciones industriales entre otros. Desde una perspectiva de los videojuegos serios, podemos decir que el diseño y construcción de videojuegos por estudiantes y docentes trabajando en equipo, puede definir la hoja de ruta para el diseño y construcción de simuladores de ámbitos de trabajo críticos para los ingenieros industriales como una refinería de petróleo, una mina de cobre, una fábrica de productos químicos y otros similares.

No podemos hablar de procesos de manufactura separados del ámbito de la administración de las operaciones. En este sentido los simuladores tienen mucho que ofrecer al futuro ingeniero industrial. Esto incluso está íntimamente relacionado con el potencial que presentan los simuladores dinámicos de procesos. La administración de las operaciones involucra áreas de conocimientos de forma directa como la investigación de operaciones, administración, aseguramiento de la calidad y la ingeniería económica. Independientemente de que estos últimos cursos suelen ser aprobados con otros programas, como hojas de cálculo y gestores de gráficos, es de mucho valor que el ingeniero industrial en su formación vaya integrando áreas de conocimiento, a veces no fuertemente vinculadas. De hecho, para hacerle frente a la fuerte tendencia impuesta por la inteligencia artificial y la Industria 4.0, en donde cada vez más el internet es vital para tareas que anteriormente eran desempeñadas por los seres humanos, la integración de áreas de conocimiento para una formación óptimo de los ingenieros industriales han de incluir otras especialidades como robótica e internet de las cosas. En este sentido la plataforma Scratch incluye conjuntos de bloque apropiados para el inicio y profundización en dichos temas.

En cuanto al área de conocimiento de las ciencias de la administración, específicamente en temas como liderazgo, cultura organizacional, recursos humanos y gestión por competencias, hasta este momento la experiencia del proyecto de videojuego Cruzando el Río enfatiza en un objetivo, directamente asociado a los valores relacionados con la seguridad y el rescate de la vida animal, por ejemplo. En este sentido podemos decir que, dependiendo del tema, los videojuegos serios tienen el potencial de persuadir en su fase de diseño, al desarrollo de habilidades blandas, y en el caso de los ingenieros industriales, destacó la necesidad de mantenerse actualizado, el trabajo en equipo, la adaptación a nuevas condiciones de trabajo y la resolución de conflictos.

Finalmente, si hay un campo de conocimientos, que no constituye de forma explícita parte de los objetivos de aprendizaje del videojuego, este es la gestión de proyectos. Y como todo proyecto, tanto las fases de diseño y construcción del videojuego, no solo obliga a la elaboración del entregable llamado videojuego, sino también documentos como bitácoras, especificaciones técnicas, manual de calidad, reglamento de trabajo, entre otros, sino también a la formación de competencias en gestión de las tareas, gestión del tiempo, gestión de los recursos y gestión de los riesgos por mencionar algunos.

## Metodología

La ruta metodológica asumida por el investigador se movilizó en dos direcciones, la primera de ella orientada al proceso de investigación en sí mismo, y la segunda, al abordaje de las especificaciones que condujo al diseño y construcción del videojuego tal como se plantea seguidamente.

## Métodica de investigación

Esta investigación se realizó partiendo de los postulados del paradigma empírico analítico de enfoque mixto (Cuanti-cualitativo), con fines de generar una propuesta que a partir de la incorporación de nuevas estrategias contribuyan al aprendizaje de la Física en los procesos de formación ingenieril. Para ello se recurrió a una lógica de pensamiento deductiva, lo que permitió la aproximación a situaciones desconocidas partiendo de premisas iniciales o conocidas por parte del investigador en el campo de su experiencia como docente universitario.

Para el logro del objetivo principal del estudio se asumió una tipología propositiva mediante un diseño documental y de campo, el cual se orientó a explorar el potencial del lenguaje de programación referido, y a partir de este, prototipar las fases del videojuego orientado a la enseñanza de la Física I en estudiantes de la carrera de ingeniería industrial y comercial ofertada por ADEN University, cuya población estuvo integrada por un total de 41 sujetos pertenecientes a los grupos del año 2022, los cuales se asumieron como una población censal, es decir, no fue necesario calcular la muestra.

Tabla 1. Distribución de la población censal

Grupo	Cantidad de estudiantes
Grupo 6 - Enero 2022	24
Grupo 7 – Julio 2022	17
<b>Total</b>	<b>43</b>

Fuente: Elaboración propia a partir del registro de estudiantes matriculados en la asignatura de Física I, 2023.

Para la recolección de datos se asumió como técnica e instrumento la revisión documental mediante una matriz de registro, con fines de identificar el potencial del lenguaje de programación Scratch como herramienta para la enseñanza de la física, y conjuntamente, definir los contenidos a considerar durante las fases de prototipado del videojuego. Sumado a ello, se aplicó una encuesta apoyada en el uso de un cuestionario que sirve como mecanismo de evaluación docente, a través del cual se determinó el nivel de satisfacción, motivación e intereses de los estudiantes frente al uso de herramientas basadas en videojuego empleadas por el docente en la situación de aprendizaje.

## Metodología para el diseño y construcción del videojuego

El proyecto de videojuego, Cruzando el Río, desde la perspectiva del proceso de aprendizaje, buscó reforzar en los estudiantes de un curso de física universitaria, los conceptos y operaciones matemáticas sobre vectores en dos dimensiones. En cuanto al objetivo del videojuego, el mismo consistió en el rescate de un perro que comienza a cruzar un río cuando en un punto de su trayectoria es arrastrado por la corriente.

Al tratarse de una propuesta, se asumió que el jugador tendrá el rol de un rescatista que se transporta en una lancha, el cual debe definir la ruta más corta para rescatar al perro. Para obtener dicha ruta de rescate, el jugador deberá calcular el vector desplazamiento resultante mediante el método de las componentes. En el primer nivel de dificultad, se le suministrará al jugador todas las magnitudes y direcciones de la ruta recorrida por el perro. Una vez obtenida la magnitud y dirección del vector resultante,

el bote deberá tocar al perro en partes específicas del bote, las cuales están señalizadas en color naranja. Si el perro toca el bote en estas partes, el jugador gana. El jugador contará con tres (3) vidas, de las cuales perderá una cada vez que introduzca un error en la información solicitada.

Uno de los problemas que surge en los procesos de diseño y construcción del videojuego es la selección del lenguaje de programación, ya que la mayoría de los lenguajes como C++, Java, VBA o Python requieren de un período de aprendizaje y aplicación por parte del constructor del videojuego para su correcta programación y ejecución. Entre las competencias fundamentales de todo profesional está la capacidad de análisis lógico-matemático. Sin embargo, no pocas veces el docente en el área de ingeniería industrial solo cuenta en su formación con un nivel muy básico en programación; esto último se complica si el lenguaje estudiado pertenece a una generación anterior.

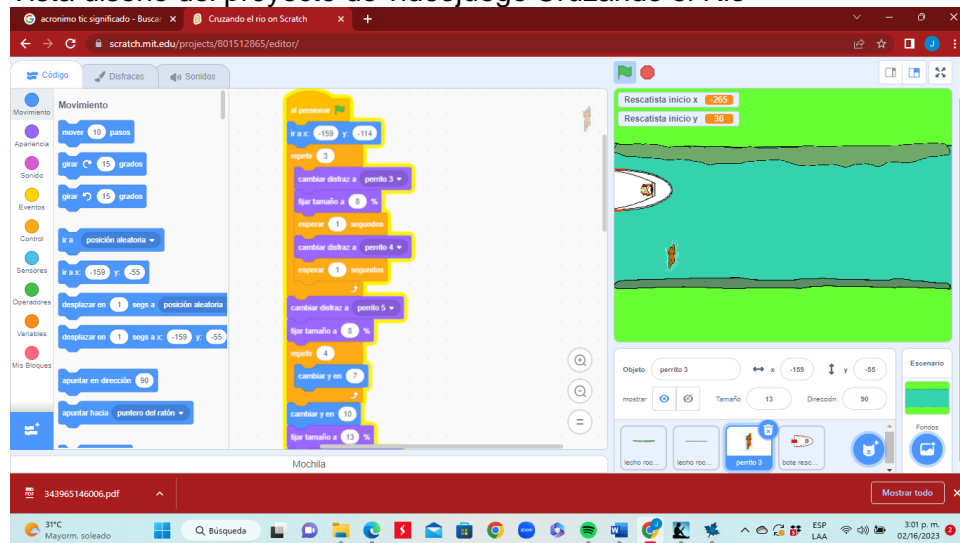
Para el proyecto se escogió el lenguaje Scratch. El lenguaje de programación y su plataforma fueron desarrollados por el grupo de investigación Lifelong Kindergarten del laboratorio de medios del MIT (Massachusetts Institute of Technology). La principal ventaja de utilizar el lenguaje Scratch es su diseño en formas denominadas bloques. Los bloques están contruidos con colores bastante agradables a la vista del diseñador y del constructor del videojuego, los cuales, haciendo uso de una gramática y una sintaxis comunes a otros lenguajes de programación, incentivan el aprendizaje de los mismos.

Los bloques se encuentran clasificados con los nombres movimiento, apariencia, sonidos, eventos, control, sensores, operadores y variables, entre otros. Scratch cuenta también con una biblioteca de objetos, permite dibujar objetos originales del diseñador, así como también permite la importación de objetos y fondos contruidos con otros programas como Paint y Microsoft Power Point. Su plataforma permite el acceso de proyectos de otras y sus códigos de programación (Kuz y Ariste, 2021, p.15)

El proceso de construcción del videojuego, consistió en primer lugar en dibujar el fondo del río y sus objetos, a saber, el perro y el bote con el rescatista a bordo. Estos dibujos se realizaron con la ayuda de Microsoft PowerPoint y sus herramientas de dibujo. Se aprovechó la ventaja de dichas herramientas para procurar la simetría en los objetos, así como también la transparencia para el color del agua del río, ya que se desea el mayor realismo posible para el videojuego. Este realismo incluyó también las estelas dejadas por el perro en su nado. Una vez dibujados el fondo, el bote rescatista y el perro, con sus respectivos disfraces, ya que una buena animación implica el dibujo del mismo objeto en distintas formas para lograr un efecto agradable a la vista del jugador, se procedió a construir los algoritmos para su animación y cambio de apariencias.

Una vez alcanzado un nivel satisfactorio para la animación y movimiento de los objetos, a continuación se procedió a programar el trazado del polígono, el cual ha de contener los vectores relevantes para el cálculo del vector resultante. Esto se logró con un conjunto de bloques llamado Lápiz. En este conjunto de bloques definimos parámetros como el grosor del lápiz y el color. Cuando el lápiz debe rayar se utiliza el bloque "bajar lápiz" y cuando no, se utiliza el bloque "subir lápiz". Los vértices del polígono deben etiquetarse con letras. En este caso se ha utilizado texto de la función de dibujar con Scratch. Se introdujeron los objetos A, B, C y D, y se instruyó al programa para que se ubiquen en las coordenadas de los respectivos vértices, según el sistema de coordenadas en Scratch.

Figura 1. Vista diseño del proyecto de videojuego Cruzando el Rio



Fuente: Elaboración propia en lenguaje Scratch

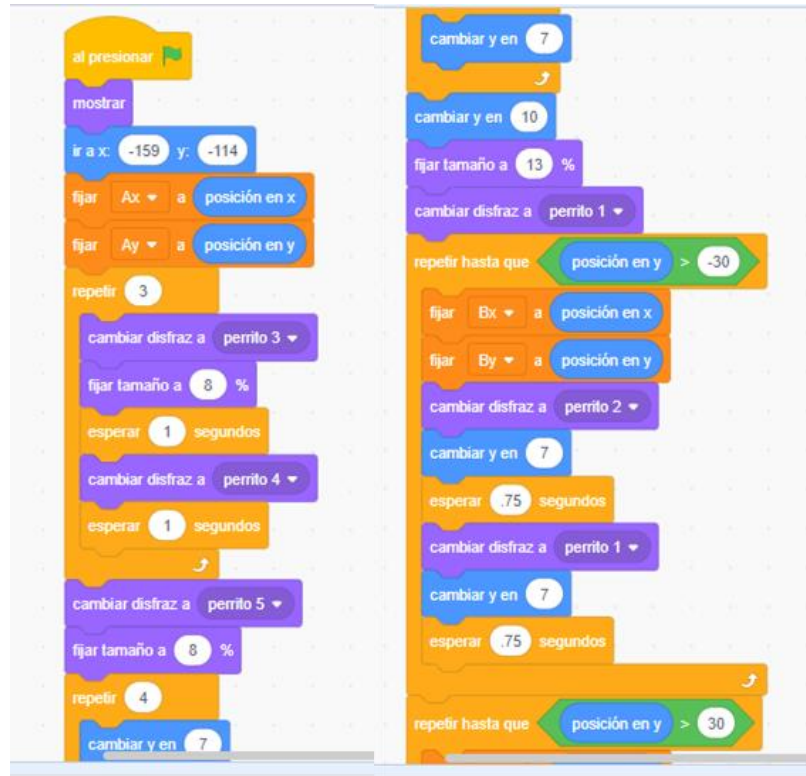
Quizás la parte más valiosa de la construcción de un videojuego en Scratch para la formación de un ingeniero, son los algoritmos para cálculos matemáticos. En el caso de la presente propuesta ha sido necesario partir del sistema de coordenadas de Scratch para poder calcular distancias entre dos puntos, apoyados con la respectiva fórmula la cual pertenece al diseño curricular de un curso de precálculo. Fue necesario además, utilizar el concepto de escala, tal como se usa, por ejemplo, en los métodos gráficos para el análisis vectorial, a fin de que el jugador reciba los datos para sus cálculos, de la forma más realista posible a la vista. En la fase de diseño y construcción suelen realizarse no pocas pruebas al videojuego parcialmente construido, a fin de que no haya cosas o situaciones fuera de la lógica y el sentido común.

Hay ciertos temas como las mediciones y las cifras significativas los cuales son incorporados en el proyecto, y esto complementa el objetivo de aprendizaje en el tema de las operaciones con vectores. Dentro de los cálculos para la definición de la respuesta correcta para cada operación se tuvo que definir un rango de variación, ya que no todos los jugadores tendrán la respuestas exactas según los cálculos con Scratch. No obstante, para la formación de un ingeniero, la precisión no debe ser amplia sino estrecha (Cabrera-Medina, Sánchez-Medina et al., 2020, p.123)

Una vez probados los algoritmos para los cálculos matemáticos, se está listo para plantear las preguntas al jugador, a fin de que el mismo introduzca las respuestas correctas. Cada vez que el jugador desacierta en el cálculo de la componente de un vector pierde una vida de las tres que tiene al inicio del juego. Si pierden todas sus vidas el juego finaliza.

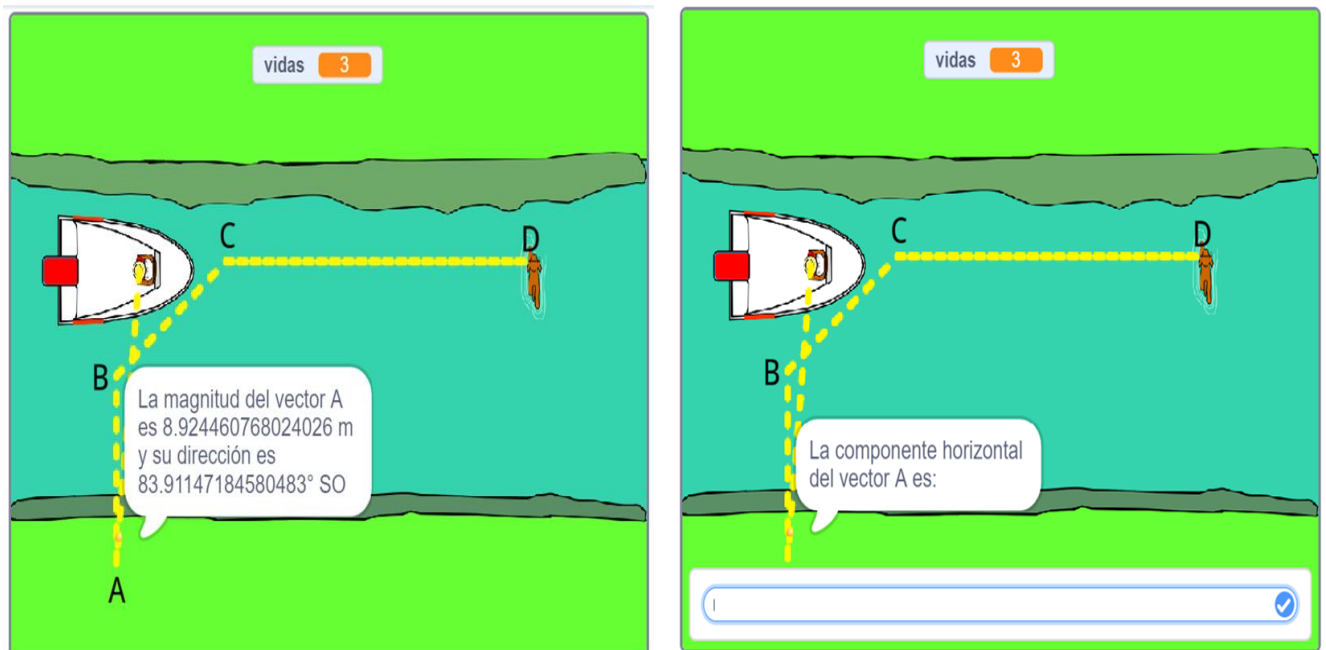


Figura 2. Vista parcial del código de programación para animar y desplazar el perro en el proyecto de videojuego Cruzando el Río



Fuente: Elaboración propia en lenguaje Scratch

Figura 3. Vista de ensayo de solicitud de información al jugador



Fuente: Elaboración propia en lenguaje Scratch

Ante la experiencia con el proyecto de videojuego en Scratch, surgen cuestiones relevantes a considerar: ¿cómo evaluar a los estudiantes de ingeniería aplicando los conceptos del curso mediante la construcción de un videojuego con Scratch? Preliminarmente considero que el docente debe definir de forma clara los objetivos de aprendizaje del curso. Por otro lado, partir de cero con los participantes del curso en cuanto a Scratch podría no lograr dicho objetivo.

En el proyecto de videojuego Cruzando el Río, desde la perspectiva del aprendizaje en física, el tema objetivo es el cálculo vectorial para hallar el desplazamiento resultante para encontrar la ruta más corta para el rescate del perro. En el primer nivel del juego el estudiante jugador deberá calcular las componentes horizontales y verticales de cada uno de los vectores desplazamientos. Al calcular cada uno de ellos, el estudiante debe anotarlos a fin de calcular las componentes horizontal y vertical del vector resultante. En el proceso de diseño-construcción se define un margen de error para cada resultado. Para que cada respuesta sea correcta, cada una debe encontrarse dentro de este margen de error, incluyendo las respuestas correspondientes a la magnitud y dirección del vector resultante.

¿Cómo evaluar el proceso de diseño y construcción de un videojuego en Scratch para un estudiante de ingeniería? Aquí ciertamente lo principal son los resultados en cuanto a la correcta aplicación de los conceptos del curso. Si esto se traduce en un incremento significativo del aprendizaje, entonces todos los involucrados salen ganando. En el caso particular del videojuego Cruzando el Río, lo ideal sería que una vez jugado hasta ganar, el estudiante debe tener una visualización clara de la importancia de los cálculos vectoriales.

## Resultados

Una vez efectuado el análisis documental relacionado con el lenguaje de programación Scratch se obtuvieron los siguientes hallazgos:

- En el caso de la propuesta de videojuego cruzando el río, el diseñador constructor debe tener conocimientos mínimos sobre vectores, método del polígono y método de las componentes.
- Se debe procurar el mayor realismo posible en las escenas, sin subestimar colores y formas alegres que hagan empatía con los gustos de los jóvenes estudiantes.
- Es necesario definir un factor de escala adecuado para que tanto el escenario como los objetos guarden las proporciones debidas. El factor de escala es necesario para poder transformar las unidades del sistema de coordenadas de Scratch a un sistema basado en el Sistema Internacional (SI) por ejemplo.
- Las medidas que aparezcan en los mensajes del videojuego serán la referencia visual para que el estudiante pueda estimar otras medidas necesarias para ganar. De hecho, en el proyecto no se desea que el estudiante tenga todos los datos para encontrar la respuesta, ya que un entrenamiento adecuado para los futuros ingenieros debe desarrollar las competencias necesarias para la toma de decisiones bajo incertidumbre. El único insumo será la observación y la comparación de medidas.
- Ya no se considera adecuado que el estudiante suministre la respuesta con el número de cifras significativas que presentan los resultados aritméticos en Scratch; debe definirse un intervalo para la respuesta correcta.
- El proceso de construcción del videojuego debe filmarse y documentarse en una bitácora. Así se está llevando a cabo con el presente proyecto. También debe guardarse una copia del proyecto para ensayos antes de la sesión de construcción.
- En el caso del proyecto Cruzando el río, se están produciendo videos de pantallas a medida que se está construyendo y probando el video juego.
- No debe asumirse que dicho proceso ha de estar exento de todo tipo de errores, ya que éstos son parte del ejercicio profesional de los futuros ingenieros. En los videos de

las sesiones de construcción del videojuego Cruzando el Rio se observan momentos en donde se cometieron errores al trazar el polígono de la ruta para el cálculo del vector resultante, congelación del proceso de dibujo; no visualización del polígono de la ruta.

Aunado a lo anterior, producto del trabajo de campo mediante la aplicación de la encuesta docente del curso Física I modalidad online, en ADEN University, durante el período de enero a febrero de 2022, se logró evidenciar que:

- Los estudiantes consideran en un promedio de 83.3% que el docente utiliza diversas herramientas que contribuyen a su aprendizaje. Por otro lado, los resultados de la misma encuesta evidencian que los estudiantes en un 87.5% consideran que el material propuesto en el aula contribuye al desarrollo de las actividades de cada unidad, lo que deja en evidencia que el uso de los recursos multimedia basados en gamificación contribuyen significativamente en el logro de los resultados de aprendizaje propuestos en el área la Física I.

En líneas generales se obtuvo que el diseño y construcción del videojuego como herramienta para la enseñanza de la física I en estudiantes de ingeniería de ADEN University, tiene el potencial de mejorar el desarrollo de competencias fundamentales como el modelado matemático, entre otras directamente relacionada con los objetivos de aprendizaje del curso.

### **Reflexiones finales**

La incorporación de la gamificación en el área de la física tiene el potencial de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias básicas de la ingeniería, por lo que los docentes de ingeniería deben aprender a diseñar, construir e implementar videojuegos como recurso didáctico. Para este último objetivo es de mucha ayuda desarrollar competencias digitales previas como el dibujo y la animación digital. Por su parte, se puede decir que el proceso de diseño y construcción de videojuegos desarrolla la capacidad de análisis lógico-matemático, lo que se convierte en una bondad ante la construcción adecuada de algoritmos, lo cual se hace bastante ameno con la interfaz de la plataforma Scratch.

Los videojuegos para la enseñanza en ciencias básicas constituyen la base para el diseño y construcción de simuladores potencialmente útiles para la práctica profesional de los futuros ingenieros industriales. Todos los videojuegos diseñados y contruidos, de forma parcial o total, deben integrar una base de datos a fin de que docentes y estudiantes los mejoren de forma continua. Esto a su vez debe formar parte del programa de formación, a fin de avanzar hacia formas superiores de simuladores, cuya ejecución por parte de los estudiantes podría llegar a ser requisito para las prácticas profesionales en las empresas reales.

¿Cómo debe ser el proceso de diseño y construcción de un videojuego para el aprendizaje de la física universitaria?

Para poder diseñar y construir videojuego serio en un curso de física universitaria, es necesario ejecutar cuatro etapas que son: 1) identificación del tema y los subtemas del videojuego serio dentro del curso; 2) definición de los objetivos de aprendizaje que deberán cumplirse cuando el estudiante ejecute el videojuego serio; 3) definición de directrices en cuanto a dimensiones, formas, colores, sonidos y otras características estéticas del videojuego serio; 4) definición de incentivos y niveles de dificultad del videojuego serio; y 5) prueba y estudio del videojuego. (Chanchí-Golondrino, Gómez-Álvarez et al., 2022, p.7)

En cuanto a la identificación del tema y los subtemas del videojuego, he escogido aquel tema más temprano del plan del curso, y que al mismo tiempo representa un reto para muchos estudiantes, el tema de aplicación de las operaciones con vectores. Se tiene presente a la vez que, las operaciones con vectores implican la aplicación de

conocimientos que son requisitos en todo curso de física universitaria como los son la geometría y la trigonometría.

- Al tratarse de un videojuego serio, es fundamental que el mismo contribuya al cumplimiento del respectivo objetivos de aprendizaje que son:
- Comprender resultados de mediciones: El videojuego debe poner a prueba, de alguna forma, la capacidad de medir del jugador. El jugador debe estar en capacidad de buscar patrones de medición de longitud para poder estimar aquella información que haga falta y que es necesaria para ganar.
- Discutir problemas de aplicación de física en las ciencias, la tecnología y la vida diaria: Se debe buscar una idea de videojuego que incentive el interés del jugador por el mismo. En física suelen tratarse problemas con ideas abstractas en donde no pocas veces el estudiante no encuentra fácilmente la relación con la realidad; en este sentido no agregaría mucho valor al proceso de aprendizaje si el videojuego, por ejemplo, tratara sobre un conjunto de flechas que representan vectores sin utilidad práctica.
- Aplicar correctamente las herramientas matemáticas a su alcance para resolver problemas de física: Para ganar el videojuego se deben calcular las componentes vertical y horizontal de cada vector, y así obtener el vector resultante.

En cuanto a las características estéticas del videojuego, las dimensiones deben ser proporcionales, lo más posible con la realidad. Los colores deben permitir identificar tanto el paisaje como los elementos del videojuego. Han de ser colores realistas pero al mismo tiempo agradables a la vista. En la medida de lo posible, se podrán utilizar sonidos y otros recursos de animación, evitando que los mismos no distraigan mucho al jugador, siempre procurando el realismo del videojuego. En cuanto a los incentivos, se procurará como mínimo mensajes de texto alegres y motivadores, y con respecto a los niveles de dificultad, establecer un solo nivel de dificultad como mínimo, ya que se asume que el diseñador que, en este caso es el docente del curso no es un programador experto.

En cuanto a la inclusión del diseño de videojuegos con Scratch en un curso de física, estos pueden incluirse en el puntaje del examen final de la asignatura para mejorar la calificación de este, ya que como hemos visto los estudiantes diseñadores y constructores de este deben aplicar el contenido del curso de física ya sea, construyendo un nuevo videojuego o mejorando los existentes con nuevos niveles de dificultad e incentivos. El docente deberá asignar el mayor peso del puntaje a los aspectos que se apliquen los objetivos de aprendizaje del curso y, considerar puntos por otros aspectos que ayuden al desarrollo de competencias blandas en la formación de los futuros ingenieros.

El proceso de diseño de un videojuego en Scratch constituye al mismo tiempo el diseño de un producto. Esto implica que, como resultado de dicho proceso de diseño, el estudiante diseñador debe alcanzar la capacidad de definir las especificaciones tanto técnicas como estéticas del producto, redactar un plan de calidad para su construcción y planificar las actividades del proyecto.

Un tema importante es el de mejora continua. Los estudiantes deberán dejar como aporte a los futuros estudiantes sus proyectos de videojuegos con toda la documentación elaborada, con el objetivo de que los futuros estudiantes, usuarios y diseñadores de estos, realicen sus estudios y mejoren los mismos.

Finalmente, el videojuego ha de probarse con personas que tengan los mismos requisitos que un estudiante de física universitaria, antes de la prueba con los mismos. Se realizará un plan piloto con pretest y postest para medir la capacidad de resolución de un problema de cálculo de vector resultante, antes y después de utilizar el videojuego.

## Referencias bibliográficas

- Ackermann, E. (2011). Perspective-Taking and Object Construction. Two Keys to Learning. In Y. Kafai, & M. Resnick (Eds.), *Constructionism in Practice. Designing, Thinking, and Learning in a Digital World*. (pp. 25-26). Nueva York, Estados Unidos: Routledge Taylor & Francis Group.
- Cabrera-Medina, J. M., Sánchez-Medina, I. I., y Medina-Rojas, F. (2020). El ingeniero de inclusión y el lenguaje Scratch en el aprendizaje de la matemática. *Información Tecnológica*, 31(6), 117-124. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000600117>
- Chanchí-Golondrino, G. E., Gómez-Álvarez, M. C., y Sierra-Martínez, L. M. (2022). Directrices para el diseño y la construcción de videojuegos serios educativos. *Revista Colombiana de Educación* (84), 1-22. <https://doi.org/10.17227/rce.num84-12759>
- González- Hernández, I. J., & R. G.-M. (28 de abril de 2020). Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e30.2750>
- Kuz, A., & Ariste, M. C. (Enero-Junio de 2021). Un análisis desde la programación estructurada del lenguaje Scratch como entorno lúdico educativo. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*(33), 14-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7985875>
- Matallaoui, A., N. H., & Zarnekow, R. (2017). Introduction to Gamification: Foundation and Underlying Theories. In S. Stieglitz, C. Lattemann, S. Robra-Bissantz, R. Zarnekow , & T. Brockmann (Eds.), *Gamification Using Game Elements in Serious Contexts*. Suiza: Springer International Publishing.
- Mejía Calle , A. E. (2020). *Aplicación de las herramientas de Adobe Illustrator en la elaboración de recursos multimedia para la enseñanza de Matemática y Física a los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemática y Física*,. Trabajo de titulación (modalidad proyecto de investigación), Universidad Central del Ecuador, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Quito. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22381>
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L., & Morillo-Flores, J. (Enero - Abril de 2020). La competencia digital en el docente universitario. *Propósitos y Representaciones*, 8(1). <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.455>
- Torres-Barreto, M. L., Álvarez-Melgarejo, M., & Plata-Gómez, K. R. (2021). Competencias transversales en ingenierías: una aproximación desde los principios de la gamificación. *Panorama*, 15(28). <https://www.redalyc.org/journal/3439/343965146006/343965146006.pdf>
- Universidad Erasmus de Rotterdam. (n.d.). Serious Gaming. *What are serious games? Suggested reading & additional sources*. Rotterdam. <https://www.coursera.org/learn/serious-gaming/supplement/maNn5/suggested-reading-additional-sources>