

LA GAMIFICACIÓN EN LOS AMBIENTES DE REALIDAD VIRTUAL MÓVIL

THE GAMIFICATION IN THE ENVIRONMENTS OF MOBILE VIRTUAL REALITY

Gonzalo Alberto Torres Samperio

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
torres@uaeh.edu.mx

Anilú Franco Árcega

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
afranco@uaeh.edu.mx

Ma. de Jesús Gutiérrez Sánchez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
madejesus_gutierrez@uaeh.edu.mx

Alberto Suárez Navarrete

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México
asuarezn@uaeh.edu.mx

Recepción: 8/octubre/2019

Aceptación: 19/noviembre/2019

Resumen

Actualmente, la educación requiere de procesos innovadores que den respuesta y se adapten con rapidez a las necesidades planteadas por una sociedad que participa en un cambio tecnológico constante. La gamificación como técnica de aprendizaje traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo y profesional, con la finalidad de mejorar los resultados del proceso enseñanza-aprendizaje, ya sea para potenciar la adquisición de conocimientos, fortalecer habilidades o bien incentivar acciones concretas mediante la recompensa. Este trabajo presenta los beneficios del uso de la gamificación, mediante el análisis de la implementación de un juego desarrollado como material didáctico con técnicas de modelado de realidad virtual, para coadyuvar al aprendizaje experiencial de la historia universal en alumnos de secundaria y preparatoria. Tras presentar los pormenores del desarrollo y la implementación de dicho material con la Metodología para el Modelado de

Sistemas de Realidad Virtual para el Aprendizaje en Dispositivos Móviles, se lleva a cabo una evaluación del grado de usabilidad aplicada a este material educativo.

Palabras Clave: estrategias de aprendizaje, gamificación, juegos serios, realidad virtual.

Abstract

Currently, education requires innovative processes that respond and adapt quickly to the needs posed by a society that participates in constant technological change. Gamification as a learning technique moves the mechanics of games to the educational and professional field, with the purpose of improving the results of the teaching-learning process, either to enhance the acquisition of knowledge, strengthen skills or encourage specific actions through the reward. This work presents the benefits of the use of gamification, by analyzing the implementation of a game developed as didactic material with virtual reality modeling techniques, to contribute to the experiential learning of universal history in secondary and high school students. After presenting the details of the development and implementation of said material with the Methodology for Modeling Virtual Reality Systems for Learning in Mobile Devices, an evaluation of the degree of usability applied to this educational material is carried out

Keywords: *learning strategies, gamification, serious games, virtual reality.*

1. Introducción

Los avances de la tecnología moderna presentan a las personas oportunidades de mejora como nunca antes se había visto, sin duda, esto ha impactado en diferentes ámbitos de la actividad humana, incluyendo la educación. Hoy en día, la tecnología educativa aporta capacidades que no podían llegarse a imaginar, logrando impulsar el acceso al conocimiento de manera insospechada. Desde la aparición de las tecnologías relacionadas con la Internet, se ha venido propiciando una serie de cambios sustanciales en el acceso al conocimiento que, hasta hace poco, sólo se limitaban al uso de las computadoras, hasta que aparecieron los primeros dispositivos móviles con capacidad para conectarse a la red de redes [1],

[2]. Fue entonces que la revolución fue irreversible, masificando su presencia cada año y volviéndose parte fundamental de la vida cotidiana [3], [4].

De acuerdo con estadísticas de INEGI, en la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2018, se calculó que los usuarios de telefonía celular representan el 72.2% de la población de seis años o más y al menos 8 de cada 10 de estos usuarios cuentan con un teléfono inteligente. La encuesta también revela, que de los usuarios que se conectan a la internet mediante dispositivos móviles, el 96.9% lo hace para obtener información; 91.4%, entretenimiento; 90.0%, comunicación; 78.1%, acceso a contenidos audiovisuales, y sólo 76.6% para el acceso a redes sociales [5].

Gracias a las capacidades tecnológicas de los dispositivos móviles, se ha explorado el uso de múltiples aplicaciones, la mayoría centradas en el entretenimiento y el ocio. Sin embargo, organismos, desde hace tiempo, han apoyado e incentivado distintas acciones para su uso en la educación con el propósito de ampliar y enriquecer las oportunidades educativas en distintos contextos [6]. En particular, se ha resaltado de manera clara las posibilidades que ofrecen las aplicaciones para mejorar y facilitar el aprendizaje en aquellas comunidades donde pudiese intervenir, haciendo énfasis en aquellas donde las oportunidades educativas son escasas o complejas debido a diversas causas sociales, étnicas o geográficas [7].

En la actualidad existen cada vez más datos acerca de estudiantes y docentes alrededor del mundo que usan los dispositivos móviles para acceder a información sobre un tema específico, o bien para mejorar o simplificar la administración del proceso enseñanza-aprendizaje de una forma innovadora [4], [6], [8]. Aunado a lo anterior, los nuevos modelos educativos incentivan al alumno a ser autodidacta y a construir su propio conocimiento, por lo que es requerido dotarlos de herramientas que no sólo enseñen, sino que provoquen dentro de ellos un interés genuino que no se desvanezca fácilmente [9], [10], [11], [12]. Los estudiantes deben encontrarse atraídos, comprometidos y satisfechos de alcanzar sus metas a pesar de encontrar obstáculos, en este sentido es importante considerar que el involucramiento hacia el estudio es un aspecto determinante que sin duda conduce al éxito académico y a la consecución de metas educativas [13], [14].

Con las tecnologías modernas es posible proporcionar a las personas herramientas tecnológicas que les permitan efectuar actividades de aprendizaje, como leer un libro con sólo usar una aplicación que está almacenada en el teléfono, tableta o computadora, incluso, permitirles visitar y/o conocer un museo sin necesidad de salir de casa. Esto se puede lograr bajo el contexto de un ambiente lúdico, el cual es intrínsecamente divertido para el usuario y, además, desarrolla de forma subyacente cierto tipo de habilidades cognitivas mediante toda clase de actividades y contenidos [8].

En este trabajo se presentan los beneficios de la gamificación móvil, mediante el análisis instruccional y el desarrollo de un juego didáctico con técnicas de modelado de realidad virtual, cuyo propósito es el de coadyuvar al aprendizaje experiencial de la historia universal. El juego en formato de primera persona, sitúa al jugador en un escenario tridimensional donde se llevan a cabo los hechos históricos del desembarco en Normandía durante la Segunda Guerra Mundial. Este juego, denominado SGM-RV, está dirigido a estudiantes de secundaria, bachillerato o bien a aquellas personas interesadas en el tema. El propósito fundamental es aprovechar el aprendizaje experiencial que proporcionan este tipo de juegos para fortalecer los conocimientos de la historia y, de alguna manera, contribuir a abatir el desinterés por aprender sobre este suceso histórico. La idea central de este juego se basa en usar la narrativa implícita en la mecánica del mismo, para permitirle a los usuarios fortalecer su aprendizaje, mientras realizan actividades lúdicas basadas en un diseño instruccional definido. En el artículo se hace un breve análisis de la gamificación en los ambientes de realidad virtual móviles, así como en breve análisis del desarrollo del juego y un análisis de usabilidad basado en las opiniones de la población meta a la que va dirigido este material didáctico gamificado que arrojó como resultado 84.17% de aceptación. El objetivo de este tra.

La gamificación educativa

Los jóvenes de las generaciones actuales tienen la necesidad de hallar respuesta a sus expectativas educativas dentro del marco tecnológico en el que se desenvuelven. Lo anterior hace necesario que los profesores en las instituciones de

educación innoven sus procesos de enseñanza con metodologías emergentes, las cuales incorporan herramientas y recursos para favorecer el aprendizaje autónomo y significativo en el aula, y así incrementar la motivación y el compromiso de los educandos en el proceso de aprendizaje [9], [15], [16]. Sin embargo, la integración de nuevas tecnologías resulta a veces complicado, sobre todo si se considera que aún existe una clara tendencia por parte de los docentes para trabajar con métodos tradicionales, que incluyen la exposición, la memorización y la indagación, entre otros [6]. Una opción viable es el uso de recursos digitales lúdicos que permiten hacer más amenas aquellas tareas que son de carácter formal, tornándolas más entretenidas, agradables e interesantes para que personas de todas las edades encuentren en ellos una oportunidad de entretenimiento que influya de manera positiva no sólo para afianzar su autoestima y mejorar sus lazos sociales, sino que además le permita el acceso a un aprendizaje efectivo [14]. Para lograr lo anterior es necesario trasladar una serie de elementos característicos de los juegos a un ámbito que no es de juego, y así favorecer el aprendizaje autónomo y significativo en los alumnos. Esto se puede lograr bajo un enfoque gamificado del proceso educativo, con el cual se facilita el aprendizaje y mejora el compromiso y la motivación de los estudiantes mediante la aplicación de estrategias como: el reconocimiento de logros a través de acumulación de puntos, la clasificación de los usuarios según su rango o experiencia, o bien con la asignación de insignias. Aplicar la gamificación en un entorno educativo implica tomar acciones orientadas a mejorar las habilidades y destrezas de los alumnos, mismas que les permitan adquirir y buscar conocimientos por sí mismos, de modo que les sea posible transformar estos conocimientos en competencias, que los lleven a alcanzar la meta de un aprendizaje profundo y significativo [18], [27].

Existen diversos casos donde se ha hecho uso de la gamificación. Uno de ellos es *Lure of the Labyrinth* [19], el cual es un juego de matemáticas en línea donde los estudiantes de secundaria buscan mascotas perdidas y resuelven acertijos en un ambiente visual atractivo (figura1).

Otro ejemplo es *WolfQuest* [20], un juego donde estudiantes, a partir el 4º grado de primaria pueden aprender cómo vive su vida un lobo en el Parque Nacional de

Yellowstone (figura 2). El jugador es colocado en un juego de rol donde su personaje es un lobo que debe aprender a cazar alces, comunicarse con otros lobos, encontrar pareja, establecer una guarida y territorio, criar cachorros y embarcarse en un peligroso viaje a un sitio veraniego con la idea de aprender más sobre la vida de estos animales.



Figura 1 Página web de Lure of the Labyrinth.



Figura 2 Página web de WolfQuest.

Otro interesante ejemplo lo constituye Crunch Time (figura 3), el cual es un juego de preguntas interactivo dirigido a niños de todas las edades, con temas sobre energía, ciencia y sustentabilidad [21].

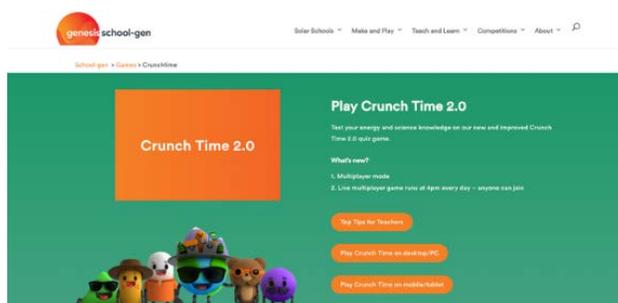


Figura 3 Página web de Crunch Time.

La principal diferencia entre estos casos de estudio y el propuesto en este trabajo es que no se limita al uso de una página web, sino a la creación de una aplicación móvil que puede emplearse mediante realidad virtual. Además, que no existe trabajo relacionado que se enfoque en el área de estudio tratada en esta investigación.

La gamificación del aprendizaje en los ambientes de Realidad Virtual

Los jóvenes de las generaciones actuales tienen la necesidad de hallar respuesta a sus expectativas educativas dentro del marco tecnológico en el que se desenvuelven.

La inclusión de tecnología de realidad virtual en los videojuegos, ha permitido que éstos hayan evolucionado, logrando con la inmersión, cambiar la percepción del usuario para experimentar situaciones simuladas del mundo real [18], [22], [23], [24]. Los juegos de realidad virtual en los dispositivos móviles representan una interesante opción en el área de educación, pues con ellos se pueden crear materiales didácticos, los cuales se caracterizan por presentar un reto continuo a los usuarios. Sus componentes hacen que quienes los usan, estén en posibilidad de afrontar situaciones específicas que se les van presentando en el proceso del juego, no sólo observando y analizando el entorno, también asimilando y reteniendo información con la que les es posible llevar a cabo razonamientos inductivos y deductivos que, de forma organizada y mediante una serie de estrategias, les permiten resolver alguna situación y/o problemática específica [25], [26], [18]. Un ambiente de realidad virtual gamificado abre la posibilidad de crear un ambiente lúdico que incentive el interés por el conocimiento de los alumnos, eliminando las limitaciones de una pantalla y del mundo en dos dimensiones mediante la inmersión visual y auditiva que ofrece, para facilitar la aplicación de dinámicas de juego en entornos no lúdicos que afiancen la trasmisión de conocimientos.

Gamificación del aprendizaje en un ambiente de realidad virtual para el aprendizaje experiencial de la historia universal

Aprender historia es indispensable porque esta disciplina no sólo estudia los eventos que ya ocurrieron, también crea puentes que conectan esos hechos con el

presente. Entender la historia da a los estudiantes conciencia de que los procesos que se dieron en el pasado y los que suceden en la actualidad guardan relación y les hace comprender que la vida que viven en la sociedad moderna es producto de hechos del pasado que hoy, como sujetos históricos, nos ayudan a saber de dónde venimos y hacia dónde vamos. Comprender la historia es una tarea compleja, más aún si se toma en cuenta que los hechos históricos que se transmiten a los estudiantes en un aula, en algunos casos se le presentan como una mera sucesión de etapas y fechas y en otros casos mediante un conocimiento declarativo de personajes y escenarios, tal como ha sucedido recurrentemente con la historia de los conflictos armados de las primera y segunda guerras mundiales, las cuales son de gran importancia en la historia universal, pues en la actualidad sigue teniendo una gran influencia en la vida política y social de los países.

El objetivo de este proyecto es hacer uso de la gamificación en el aprendizaje de la historia universal, mediante el desarrollo escenarios de realidad virtual que representan una simulación 3D del desembarco en Normandía durante la Segunda Guerra Mundial, para mejorar la comprensión de estos hechos históricos. Estos escenarios muestran al usuario aspectos importantes de la historia mediante la narrativa de un juego en primera persona, con el cual se coadyuva de forma subyacente al aprendizaje. Al usuario se le presentan escenarios que le permiten vivenciar desde su propia experiencia, recorridos en sitios específicos de importancia histórica donde se desarrollaron hechos de guerra, usando los elementos típicos de un juego donde se contabilizan puntos, se consulta información relevante y se colectan objetos y pistas. Con esta dinámica se busca incrementar la motivación y atención de los alumnos en la materia, al mismo tiempo que se pretenden desarrollar capacidades relacionadas con el pensamiento crítico y la empatía histórica. De este modo, es posible presentarles una visión diferente de la historia que les permita, desde su experiencia personal en un juego de rol, vivenciar los hechos históricos e incrementar su conocimiento con respecto a la batalla de Normandía, operación militar efectuada por los Aliados durante la Segunda Guerra Mundial y que fuese llamada con el nombre clave Operación Overlord, la cual culminó con la liberación de los territorios de Europa occidental ocupados por

la Alemania nazi. El juego consta de tres niveles de aprendizaje (A, B y C), se agrupa un conjunto de habilidades subordinadas de aprendizaje que permiten establecer los objetivos de aprendizaje.

2. Métodos

Este proyecto se desarrolló con la Metodología para el Desarrollo de Entornos Educativos de Realidad Virtual (MEDEERV) [17], la cual consta de tres etapas principales. Como se puede apreciar en la figura 4, la metodología permite determinar los componentes de un ambiente tridimensional, modelado con técnicas de Realidad Virtual. Haciendo uso de ella, se pueden diseñar ambientes lúdicos interactivos en los que los usuarios aprenden y experimentan con objetos y entidades representados en un mundo virtual.

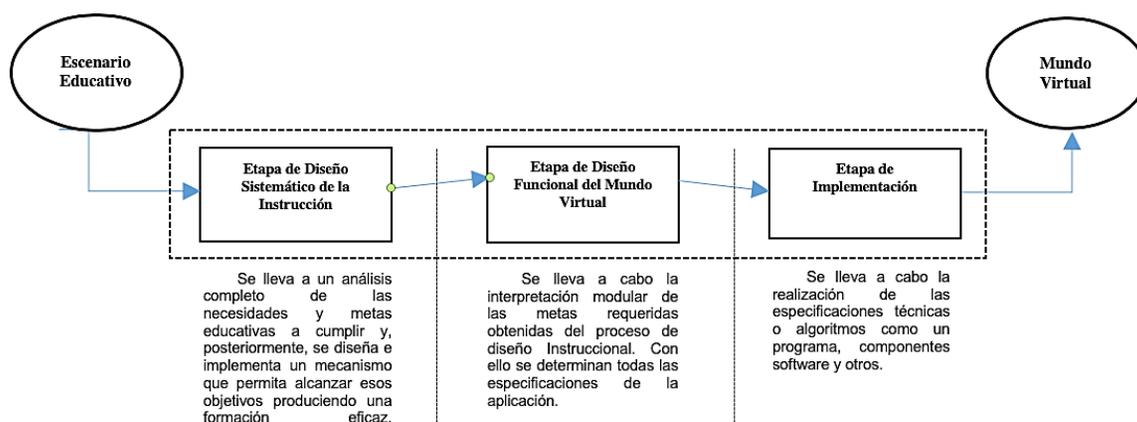


Figura 4 Etapas de la metodología MEDEERV.

Etapa de diseño sistemático de la instrucción

En esta etapa se determinan las características mediante un análisis instruccional de las habilidades subordinadas que se pretenden desarrollar en el proceso del juego. Los resultados del análisis en esta etapa, constituyen los prerrequisitos que deben tomarse en cuenta para efectuar un diseño funcional que sea acorde con las características de la aplicación.

Para efectuar el diseño instruccional se adaptó la metodología ADDIE para ajustarse a las necesidades de desarrollo de este juego. La figura 5 muestra cuáles son las

fases de esta metodología, que se usaron exclusivamente para determinar qué componentes son necesarios para elaborar el diseño funcional del juego y, posteriormente, llevar a cabo su implementación computacional.

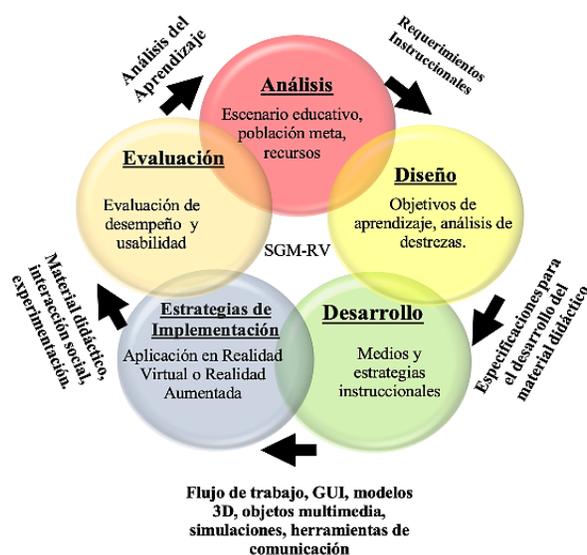


Figura 5 Metodología ADDIE modificada para la implementación del juego.

Adaptar la metodología ADDIE para el desarrollo del juego permitió, en el análisis, determinar los requerimientos instruccionales, y en el diseño, las especificaciones del material didáctico. En la fase de desarrollo se especificaron los medios y estrategias instruccionales, el flujo de trabajo y todos los objetos, modelos, escenarios y simulaciones a crear. A partir del análisis de la fase de implementación fue posible determinar la forma en que el usuario interactúa con el juego y la experimentación con sus elementos. Finalmente, en la fase de evaluación se planeó el uso de elementos importantes para valorar la experiencia y aprovechamiento por parte del usuario:

- **Fase de Análisis de ADDIE.** En esta fase se determinó la situación actual, la meta instruccional y las características de la población meta del escenario educativo. A partir de ello, fue posible definir los requerimientos instruccionales que sirven de entrada para la etapa de diseño. Además, se especificaron los recursos humanos y materiales con que se cuenta para el desarrollo del material educativo:

- ✓ *Situación actual.* La asignatura de historia es fundamental para que los alumnos adquieran los conocimientos y las actitudes que les permitan comprender y adaptarse al mundo en el que viven. Sin embargo, esta asignatura es considerada para muchos como una materia que no necesita ser comprendida, sino memorizada, en algunos casos no tan necesaria o demasiado aburrida para tomarla en serio. Frecuentemente se observa que el material didáctico con el que cuentan los docentes en el aula, se limita a acervos documentales y en algunos casos a video documentales, situación que hace a la clase tediosa para el alumno, quien después de un breve tiempo muestra cierto desinterés que impacta en su aprendizaje y retención de información.
- ✓ *Meta Instruccional.* El alumno podrá procesar y comprender los hechos históricos de mayor importancia del Desembarco en Normandía durante la Segunda Guerra Mundial, mediante la interacción con el juego y los diferentes recursos multimedios como videos, audios, textos informativos y actividades del juego basadas en el descubrimiento de pistas.
- ✓ *Sistema de Producción.* Para alcanzar la meta instruccional se consideró necesario examinar diferentes recursos multimedia como videos documentales y audios, así como referencias documentales en libros y artículos. Con esta información en mano, se recopilaron cortos cinemáticos, fotografías y testimonios que se consideraron material de insumo para desarrollar el guion del juego, la construcción de los escenarios, modelos y personajes en 3d, así como el comportamiento que debieran tener todos estos elementos en conjunto para establecer la mecánica del juego.
- ✓ *Recursos humanos.* Para el desarrollo del juego se contó con la participación de un especialista en el área de estudio, con el fin de orientar el desarrollo del guion, de modo que la crónica de los hechos fuese lo más precisa y verídica posible. Esto permite al desarrollador elaborar un diseño artístico y una programación de comportamientos y funciones del juego que sean consistentes con el suceso histórico y que, además, transmitan de mejor manera el conocimiento en el área disciplinar.

- ✓ Población meta. Alumnos de nivel secundaria o bachillerato y todas las personas interesadas en los sucesos de la Segunda Guerra Mundial.
- **Fase de Diseño de ADDIE.** En esta fase se procedió a hacer un análisis instruccional detallado, se determinaron puntualmente los objetivos de aprendizaje y se llevó a cabo un análisis de destrezas y habilidades subordinadas que se desean desarrollar en tres niveles de aprendizaje (A, B y C), que corresponden cada uno a un nivel del juego y a un conjunto de habilidades subordinadas de aprendizaje que el estudiante debe desarrollar en él (Tabla 1). Una vez establecidos los objetivos de aprendizaje, se determinan las habilidades subordinadas que se desean obtener para alcanzar cada uno; éstas coadyuvarán a cumplir con la meta instruccional. A partir de esta información, se construye un diagrama donde se esquematiza el flujo de la instrucción y los niveles A, B, y C de habilidades subordinadas que permiten alcanzar cada objetivo de aprendizaje y la meta instruccional. En la figura 6 se muestra dicho diagrama.

Tabla 1 Objetivos de Aprendizaje.

Objetivos de aprendizaje	Nivel / Habilidades Subordinadas
1. Identificar información de los eventos históricos relacionados con el desembarco en Normandía.	A. Dada una descripción de los eventos históricos que ocurrieron en Normandía mediante la ejecución de la misión y la interacción con objetos multimedia, podrá precisar la información básica sobre el día D con, al menos, un 75% de certeza.
2. Comparar información relacionada con diferentes objetos de la segunda guerra mundial.	B. Dada la información recuperada junto con los objetos ocultos en la playa de Omaha, podrá describir sus características y el rol que tuvieron en la guerra, con al menos 70% de certeza.
3. Analizar información geográfica de los diferentes sucesos ocurridos en el día D.	C. Dada una descripción utilizando un mapa de Normandía, será capaz de dar una descripción del entorno geográfico y ubicación de las diferentes playas que fueron abordadas por el ejército aliado con, al menos 80% de certeza.

En figura 6 se observan las habilidades subordinadas A, B, y C permiten dar cumplimiento a los objetivos 1, 2 y 3, respectivamente. A su vez, cada nivel se descompone en subniveles con sus respectivos objetivos y habilidades subordinadas, tabla 2. Esta descomposición continúa hasta obtener todas las habilidades subordinadas necesarias para cumplir con el objetivo instruccional correspondiente. Un ejemplo, en la figura 7 se describen las habilidades subordinadas del nivel A que permiten dar cumplimiento al objetivo 1.

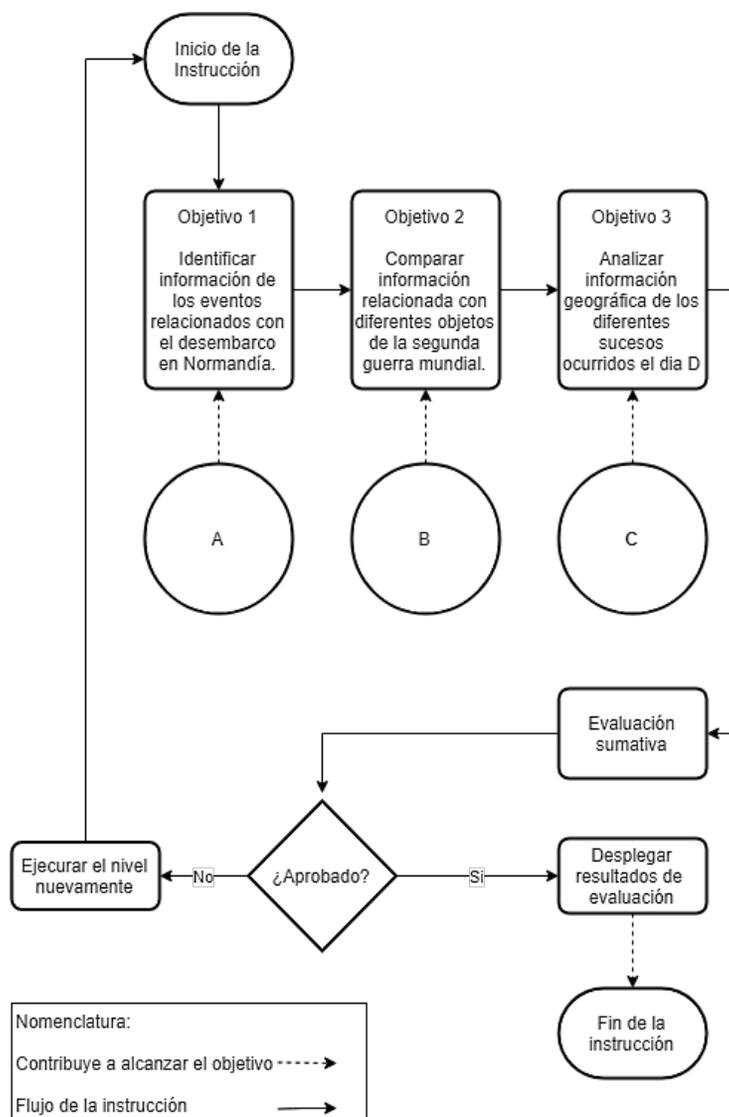


Figura 6 Flujo de la instrucción.

Tabla 2 Objetivos de Aprendizaje para el nivel A.

Objetivos de aprendizaje	Nivel / Habilidades Subordinadas
1.1 Identificar información de los eventos históricos relacionados con el desembarco en Normandía.	A1. Mediante la ejecución de la misión y la recolección de pistas y objetos enunciará diferentes fechas de relevancia con una precisión del 80%.
1.2 Señalar los principales problemas que enfrentaron los ejércitos durante la invasión en la playa Omaha	A2. Después de haber interactuado con el juego podrá describir los problemas que afrontaron los soldados que detuvieron su avance por la playa de Omaha con una precisión del 80%.
1.3 Describir los sucesos más importantes que permitieron el avance de las tropas aliadas por la playa Omaha	A3. Para poder avanzar al siguiente nivel deberá poder especificar los sucesos que permitieron el avance de las tropas aliadas por la playa de Omaha y que les permitió conseguir una mayor ventaja sobre los alemanes con una precisión del 70%.

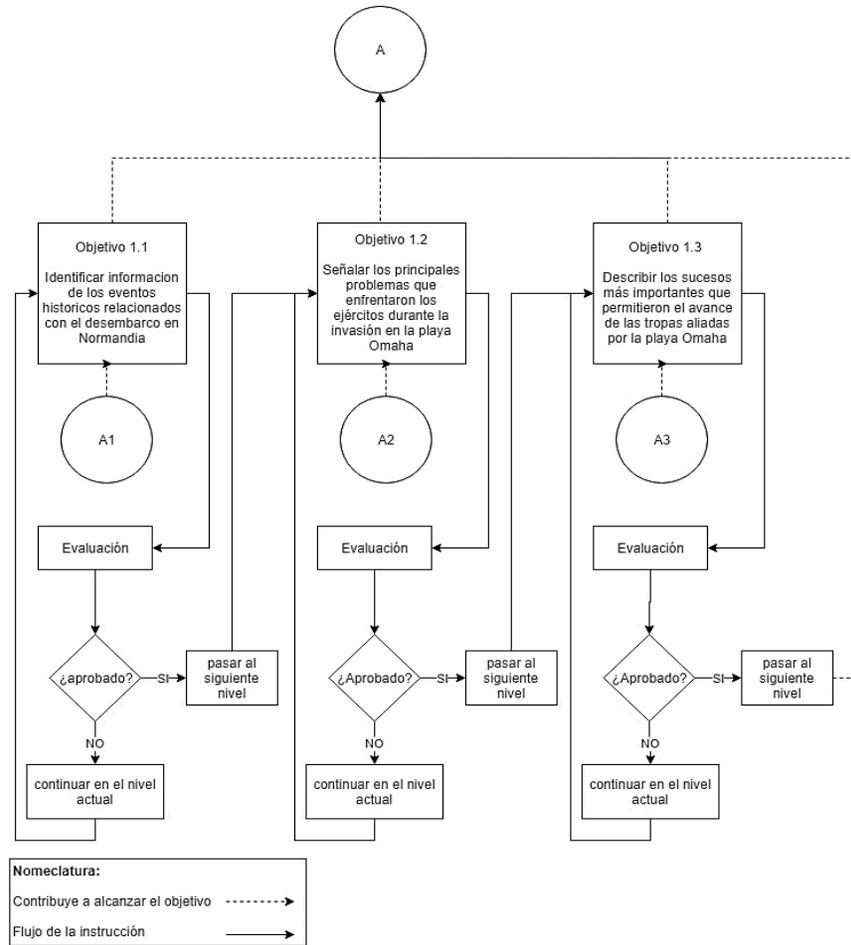


Figura 7 Habilidades subordinadas del nivel

- Fase de Desarrollo de ADDIE. El análisis instruccional anterior proporciona a esta fase una serie de especificaciones que deben tomarse en cuenta para elegir de manera correcta las estrategias y medios instruccionales que permiten determinar el flujo de trabajo, las herramientas de desarrollo y las tecnologías de información que se utilizan en la fase de Implementación del material instruccional:

- ✓ Medios instruccionales. Para poder operar el videojuego de la Segunda Guerra Mundial se necesita una computadora o dispositivo móvil, con la capacidad de reproducir modelos 3D y contar con DirectX 11. En la figura 8 se muestran los medios instruccionales desarrollados, cada uno de ellos permite la interacción con el usuario y la definición del comportamiento de los objetos. El desarrollo del ambiente virtual se realiza en Unity, pero se

hace uso de otras herramientas como 3DS Max y Blender [28], para complementar el diseño del escenario.

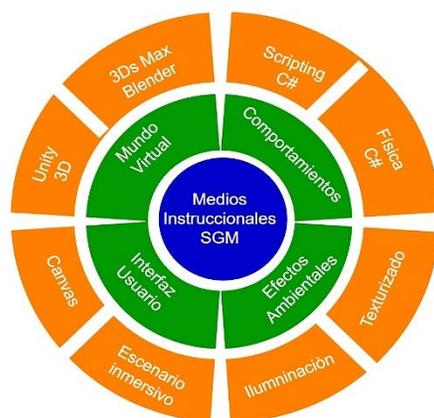


Figura 8 Medios instruccionales.

- ✓ Estrategias instruccionales. Los comportamientos para que los objetos realicen las tareas, se definen a través de algoritmos que simulan el comportamiento físico de aceleración, velocidad, impulso y fuerza, mediante la programación de scripts. Por otro lado, los gráficos ayudan a que el ambiente sea agradable para el usuario y a que los objetos se vean “reales”. La Interfaz de Usuario (UI) es donde el usuario puede observar la información, así como lograr la interacción con los botones, entre otras acciones.
- **Fase de estrategias de Implementación de ADDIE.** A nivel micro, y con la idea de establecer las características que debe tener el juego para hacer posible su implementación, se determinó el desarrollo de una interfaz de usuario en primera persona con técnicas de modelado de realidad virtual. Se determinó también el uso de controles simples y fáciles de identificar que le permitan al usuario cumplir los distintos objetivos de las misiones del juego con una experiencia simple y placentera con un alto grado de usabilidad. A nivel macro se consideró qué actividades básicas debe realizar el usuario, independientes a la navegación por la escena y la interacción con los objetos y personajes, las cuales son la recolección de objetos y pistas, la ejecución de actividades y la interpretación de

información de relevancia histórica para obtener incentivos y puntos de experiencia en el tema.

- **Fase evaluación del aprendizaje de ADDIE.** Para la evaluación individual del usuario, éste debe contestar un cuestionario de opción múltiple al final de cada nivel de juego y acertar al menos 70% de las preguntas correctas relacionadas con el tema abordado. En caso de lograr el porcentaje, podrá pasar al siguiente nivel automáticamente y de este modo considerarse como acreditado.

Etapa de diseño funcional

A partir de los requerimientos determinados en el diseño instruccional se determinan de forma específica las funciones de cada objeto o nivel de un juego. Es aquí donde se lleva a cabo el modelado del sistema o aplicación y sus distintas funciones (Figura 9).

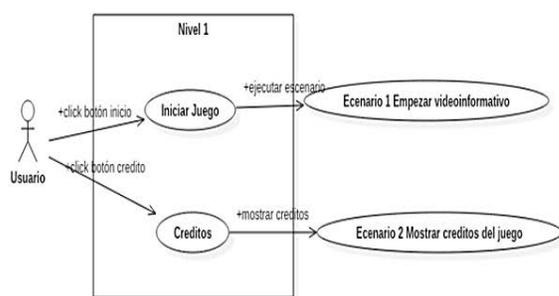


Figura 9 Diseño funcional con UML.

En general, el diseño funcional se utiliza para darle sentido a la operatividad y objetivo de un producto, el cual debe resultar (directa o indirectamente) satisfactorio a las necesidades del usuario final y los requerimientos del cliente. Trabajar sobre un diseño funcional es describir clara y precisamente el objetivo de la funcionalidad de cada objeto, dado que es parte de las especificaciones del sistema.

Etapa de implementación

En esta última etapa, se llevó a cabo la realización de las especificaciones técnicas, integrando los algoritmos, componentes de software y otros, considerando

las características y relaciones funcionales entre cada elemento y teniendo especial cuidado en respetar los estándares y las especificaciones obtenidas del diseño funcional. En el desarrollo del entorno y sus componentes se buscó integrar al flujo de trabajo el motor de videojuegos Unity [29], para integrar los componentes de modelado de gráficos se utilizó Blender, así como para modelar los objetos 3D [30], asimismo, para editar cortos cinemáticos, audios e imágenes como OpenShot [31], Audacity [32] y Gimp [33]. Para la programación de comportamientos se aprovecharon las características de los lenguajes C# [34], Javascript, HTML 5 y Phyton, apoyándose en la capacidad de teléfonos inteligentes o consolas portátiles y domésticas. Lo anterior se hizo con el fin de producir una aplicación estandarizada, capaz de soportar efectos estereoscópicos, la cual sea navegable mediante la cinemática del cuerpo a través del acelerómetro y giroscopio del dispositivo empleado. Como equipamiento mínimo se requiere un visor, unos audífonos y un control portátil para juegos. Para ello, en la figura 10 puede observarse la propuesta de una arquitectura flexible, basada en una interfaz gráfica, para dispositivos móviles, que utiliza un conjunto de programas de aplicación y lenguajes de programación que están estandarizados para interactuar en el desarrollo con el SDK de Google Cardboard [35], [36].

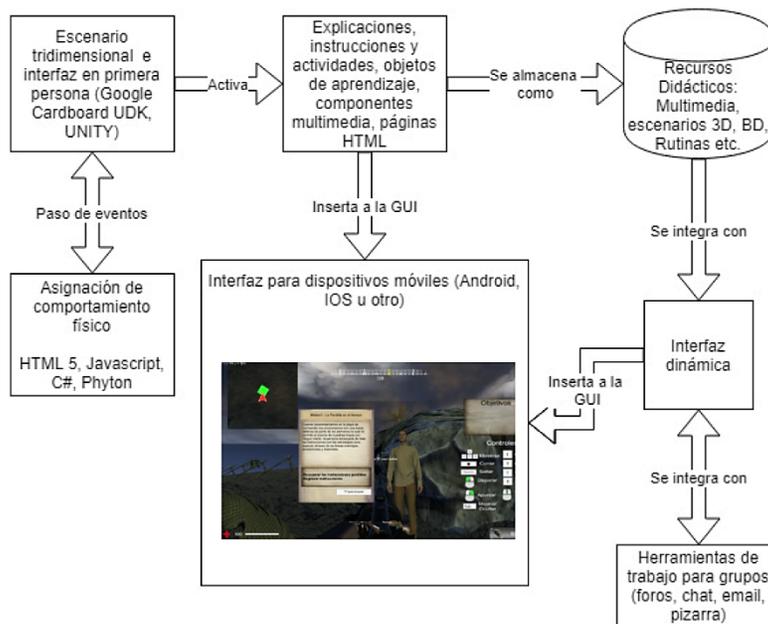


Figura 10 Arquitectura del entorno virtual.

Los requerimientos mínimos para ejecutar el juego son utilizar un dispositivo móvil con sistema operativo Android versión 5.0, o bien ejecutarlo como una aplicación de escritorio en una computadora. En el caso del dispositivo móvil se requiere al menos 2 GB de memoria RAM y pantalla táctil.

Las interfaces gráficas han sido diseñadas respetando los estándares típicos de un juego, incluyendo controles y objetos comunes en una aplicación de primera persona, como puede verse en la figura 11.



Figura 11 Diseño de la interfaz principal

Al usuario también se le informan las misiones o actividades que debe efectuar mediante el despliegue de cuadros de texto que contienen indicaciones que requiere para cumplirlas, como puede verse en la figura 12. Asimismo, contienen información histórica relevante para cumplir con su objetivo y cambiar de nivel en el juego.

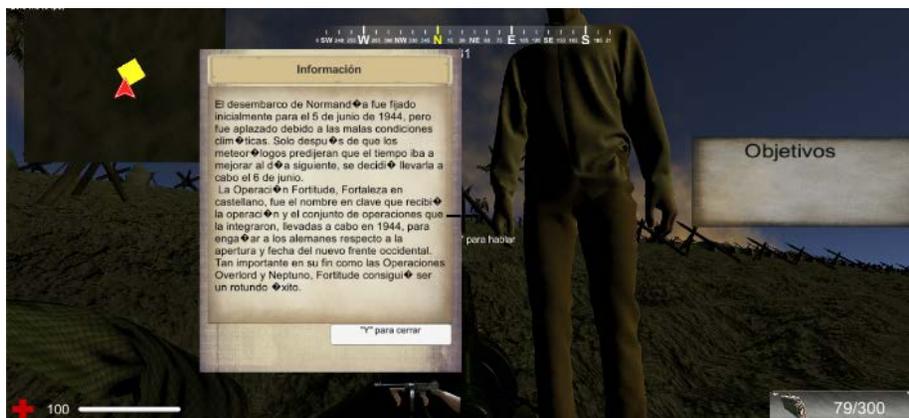


Figura 12 Misiones y objetivos

Los cuadros de información cambian su contenido dependiendo del estado de la misión, comenzando por la aceptación de ésta, cuando está en proceso o bien cuando se ha completado. Al concluir cada nivel del juego o misión, antes de poder pasar al siguiente nivel, el usuario debe completar un cuestionario con 10 preguntas sobre hechos históricos relevantes aprendidos, como puede verse en la figura 13.

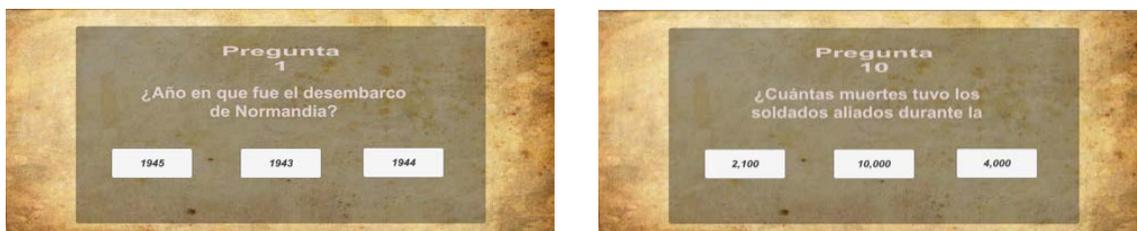


Figura 13 Cuestionario de evaluación.

Una vez concluida la evaluación, al usuario se le informará la puntuación obtenida, la cual se encuentra en una escala del cero al diez y, dependiendo de si el resultado es mayor o igual a 7, se le permitirá regresar al menú principal para iniciar una nueva misión o bien pasar al siguiente nivel. En caso contrario, deberá reiniciar la misión, como puede observarse en la figura 14.



Figura 14 Resultado de la evaluación

3. Resultados

Desde el punto de vista de la Ingeniería de Software, la evaluación es un elemento crítico para la garantía de calidad del software y representa una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación. Una vez que se ha creado un prototipo de interfaz que funcione, debe evaluarse para determinar si satisface las necesidades del usuario [37]. El espectro de evaluación puede ir desde

una ejecución de prueba informal, en la que el usuario proporcione sus sensaciones, hasta un estudio diseñado formalmente que use métodos estadísticos para la evaluación de cuestionarios aplicados a una población de usuarios finales [38].

Es de suma importancia para quienes desarrollan software poder determinar la usabilidad o bien realizar pruebas de usabilidad. La definición de usabilidad más reconocida, está planteada en la norma ISO 9241-11, en la cual se describe a la usabilidad como el grado en el que un producto puede ser usado por usuarios específicos, para alcanzar objetivos específicos en efectividad, eficiencia y satisfacción [39]. Se considera el método de usabilidad de Test, a través de método de evaluación Medida de Prestaciones, para llevar a cabo la validación del desarrollo propuesto [40]. En la figura 15 se muestran los aspectos a consideraron en la evaluación de usabilidad.

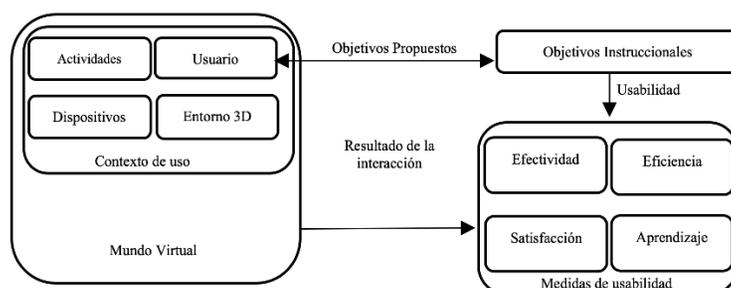


Figura 15 Usabilidad vs Utilidad

El número ideal de evaluadores, según Nielsen y el estándar ISO 9241-11:2018 [39], debe encontrarse entre 3 y no más de 15 o 20 participantes. La evaluación de las interfaces se ha hecho tomando en cuenta que deben ser, fácil de aprender, eficiente como herramienta de enseñanza, fácil de recordar, intuitiva, correcta, con pocos errores, satisfactoria y placentera.

Evaluación de usabilidad al material didáctico

Debido a que debe compilarse una opinión subjetiva, se ha utilizado la escala de Lickert. Ésta se implementa con una calificación entre 1 y 5 de aseveraciones que se hacen respecto al sistema, siendo 1=Totalmente en desacuerdo y 5=Totalmente de acuerdo. Para llevar a cabo la evaluación, se reunieron usuarios, profesores y

alumnos de secundaria y bachillerato, quienes participaron en el proceso de pruebas. En la figura 16 puede observarse el porcentaje de preguntas por cada uno de estos aspectos que se incluyeron en la evaluación.

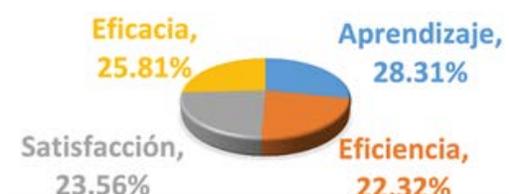


Figura 16 Porcentaje de preguntas y aspectos de usabilidad

En la evaluación (figura 17) se tomó en cuenta el aprendizaje, la efectividad de uso, la satisfacción del usuario y la eficiencia de la aplicación para la que fue diseñada.

EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DE SOFTWARE		
Nombre del Evaluador: _____		Fecha: _____
A continuación, encontrará una serie de preguntas destinadas a conocer su opinión sobre diversos aspectos del Proyecto SGM. Mediante esto queremos conocer lo que piensa la gente como usted sobre este tipo de aplicaciones. Por favor conteste la alternativa que más se acerca a lo que usted piensa. Evalúe su nivel de percepción en una escala de 1 a 5, donde 1 es muy poco, 2 es poco, 3 es regular, 4 es bueno y 5 es muy bueno. Sus respuestas son confidenciales y serán reunidas junto a las respuestas de muchas personas. Muchas gracias		
No.	Aspecto a evaluar	Encierre el número
EFICIENCIA		
1	Resultó fácil aprender y manejar esta aplicación.	1 2 3 4 5
2	El manejo de la aplicación no resultó frustrante.	1 2 3 4 5
3	Se percató de errores al usar la aplicación.	1 2 3 4 5
EFICACIA		
4	El manejo de la aplicación resulta simple	1 2 3 4 5
5	Es rápida la navegación en la aplicación.	1 2 3 4 5
6	El tiempo invertido al usar esta aplicación resultó productiva.	1 2 3 4 5
SATISFACCIÓN		
7	La aplicación le permitió hacer todo lo que necesita.	1 2 3 4 5
8	Fue placentero interactuar con la aplicación.	1 2 3 4 5
9	Los elementos multimedia se distinguen con claridad	1 2 3 4 5
10	El contenido de la aplicación le pareció correctamente estructurado.	1 2 3 4 5
11	La presentación de la interfaz resulta atractiva.	1 2 3 4 5
APRENDIZAJE		
12	Me parece una forma entretenida de aprender.	1 2 3 4 5
13	Los diferentes elementos de la interfaz contienen información sencilla y concreta.	1 2 3 4 5
14	En todo momento hubo elementos que le indicaron en qué nivel me encontraba.	1 2 3 4 5
15	Es fácil identificar elementos comunes en todos los niveles de la aplicación.	1 2 3 4 5

Figura 17 Evaluación de Usabilidad.

Resultados de la evaluación

Se efectuaron 20 evaluaciones aplicadas a una población muestra conformada de 5 profesores, 10 alumnos de nivel secundaria y 5 alumnos de nivel bachillerato, un total de 20 individuos con conocimientos mínimos del uso de la computadora e internet, todos ellos propietarios de un teléfono inteligente (figura 18).

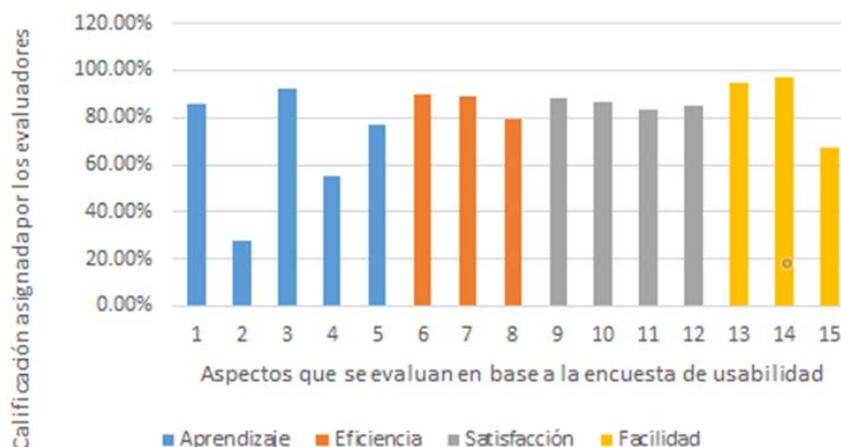


Figura 18 Resultados de la evaluación de usabilidad.

Los participantes en este ejercicio, usaron la aplicación durante un periodo de 2 horas y, al finalizar, evaluaron la aplicación. Cada uno de los 15 aspectos de usabilidad fue calificado con la escala Likert.

De esta manera puede establecerse que entre 20% y 36% se identifica una catástrofe de usabilidad, entre 37% y 53%, un problema de usabilidad mayor, entre 54% y 70%, se observa un problema de usabilidad menor, entre 71% y 87%, la usabilidad es aceptable y finalmente, entre 88% y 100%, no se considera que exista un problema de usabilidad.

En cuanto al aspecto de usabilidad relacionado al aprendizaje, donde se cuestiona a los usuarios si fue fácil aprender a usar esta interfaz, se obtuvo 86%, al considerarse que es una interfaz nueva y en ocasiones el usuario no ha usado aplicaciones de realidad virtual.

La presentación de la interfaz les resulta atractiva, observándose luego de alcanzar 95%, debido a que no es tan común y les parece una forma entretenida de aprender.

La respuesta de quienes evaluaron respecto a los diferentes elementos de la

interfaz contiene información sencilla y concreta (89%), se obtuvo como resultado que es satisfactoria para la mayoría de los usuarios, cumpliendo con uno de los objetivos primordiales del sistema.

Con una puntuación de 67%, la aseveración de que, si el sistema es rápido y eficiente, resulta ser uno de los aspectos clave a resolverse referente a la usabilidad, como ya se había mencionado, posiblemente utilizando un ancho de banda mayor y hardware con una tecnología superior.

En lo que se refiere, al cuestionamiento de si es fácil identificar elementos comunes en todos los niveles del sistema, el 89% indica que este aspecto fue de más cuidado para propiciar uniformidad y facilitar la navegación. En cuanto a errores al usar este sistema, se observa un 55%, ya que algunos ignoran las instrucciones.

Relacionado con la satisfacción, en lo que se refiere a si los usuarios consideran que el tiempo invertido en esta aplicación fue productivo, se obtuvo un 92% favorable, y se considera que no es un problema de usabilidad.

Cuando se cuestionó si usar el sistema no fue frustrante, el resultado obtenido fue del 28%, debido principalmente a que el sistema se ejecuta con mucha lentitud, ya que por su naturaleza se requiere de una conexión a internet con buen ancho de banda y su uso básicamente depende de ello.

En el aspecto de si usar el sistema fue placentero, el resultado del 90% indica que la mayoría está de acuerdo con que el entorno es agradable e innovador.

Referente a la eficiencia, respecto a que en todo momento existieron elementos que indicaron en qué nivel del sistema se encontraba, se obtuvo 79%, resultado que indica la existencia suficiente de documentación para que el usuario no se pierda mientras navega.

Al cuestionarles si con esta aplicación lograron interactuar en el escenario de forma óptima, se logró un 77%, esto se debe principalmente a que son necesarias más funcionalidades al sistema.

En el caso de los escenarios 3D, los componentes gráficos y las imágenes, de acuerdo a la opinión de quienes usaron el juego y recorrieron todos los escenarios, su opinión fue que se distinguen con la suficiente claridad se obtuvo 88% de usabilidad. Esto indica que los elementos multimedia empleados en las diferentes

interfaces presentadas se visualizan correctamente y permiten ejecutar con fluidez las actividades que se le plantean al usuario, en un entorno agradable que proporciona facilidad para interactuar con los elementos representados en el ambiente. El porcentaje promedio de usabilidad que se obtuvo después de la evaluación fue de 81.16%, como puede observarse en la figura 19.

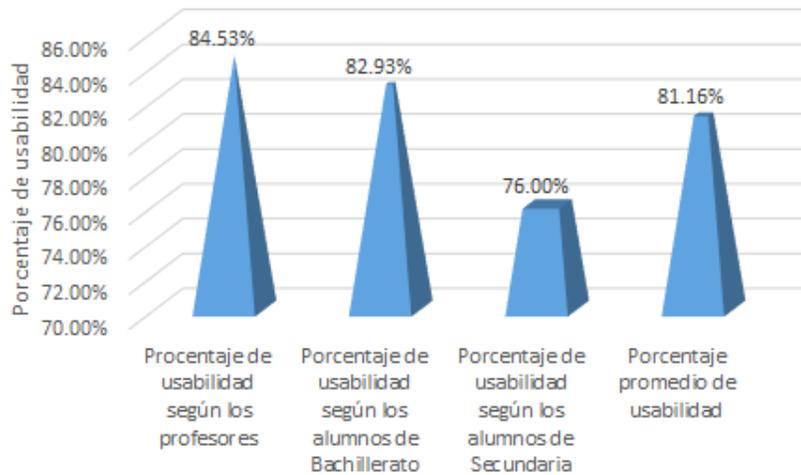


Figura 19 Porcentajes de usabilidad.

En general, se puede concluir que se presentan aspectos favorables que indican la factibilidad de uso del juego para aprender eficientemente sin que el alumno detecte una gran cantidad de errores en el su uso, ya que la mayoría lo considera atractivo y placentero según los resultados de la evaluación (figura 20).



Figura 20 Conclusión del estudio de usabilidad.

4. Discusión

Debido al hecho de que la mayoría de las personas son usuarios de dispositivos móviles, el desarrollo de ambientes gamificados, como el que se presenta en este trabajo, puede ser de gran utilidad para hacer que la educación se transforme en una actividad inmersiva que de algún modo provoque en las personas una sensación de identidad y dedicación con su aprendizaje. Sin embargo, gamificar para educar resulta más complejo que solamente aplicar un juego como herramienta para favorecer el aprendizaje, es claro que el docente que utilice esta herramienta deberá cambiar sus paradigmas y asumir el papel de facilitador en el proceso, tomando en cuenta que debe plantear claramente los objetivos que pretende alcanzar.

La gamificación debe verse como una oportunidad educativa que cree compromiso, involucre y responsabilice a los estudiantes de su propia educación, sobretodo que se refleje como un cambio de actitud con el trabajo y el aprendizaje. Enfocándola al aprendizaje en los ambientes de realidad virtual móvil, puede ser una herramienta muy efectiva en el proceso educativo si se toma en cuenta que los contenidos educativos están implícitos en la mecánica de las actividades realizadas en el mundo virtual y los usuarios la consideran como una experiencia vivencial muy cercana a la realidad. Sin embargo, para que sea realmente eficaz es requerido considerar un diseño instruccional que sea acorde a la mecánica del juego y que consiga la estimulación requerida que motive a los estudiantes a participar activamente.

5. Conclusiones

La capacidad de experimentar y vivenciar, en primera persona, escenarios, interacciones y situaciones relacionadas con hechos históricos hace más fácil a las personas entender la historia de una forma distinta a la tradicional, la cual está centrada sólo en contar hechos enunciativos que se ordenan cronológicamente, como una línea de tiempo. Mediante la gamificación es posible involucrar diversos aspectos para desarrollar en los estudiantes, capacidades relacionadas con el pensamiento crítico, la empatía con la historia y la expresión oral y escrita.

Dado que la Historia es una disciplina que tradicionalmente se aprende con técnicas de memorización, actualmente, con la incursión de la tecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje, se ha vuelto tediosa y difícil de comprender. Por esta razón es recomendable crear espacios tecnológicos inmersivos donde los alumnos capten toda la información de los diferentes eventos históricos de una manera dinámica y experiencial a través de estos aspectos lúdicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio de usabilidad del juego propuesto, se pudo observar de manera general que los usuarios lo consideran como una herramienta de apoyo para el aprendizaje, dado que los aspectos de efectividad, eficiencia, satisfacción y aprendizaje se cumplen con 81.16% de aceptación de la aplicación.

Como trabajo futuro, se contempla incluir otros eventos relacionados con la Segunda Guerra Mundial para dar un panorama más amplio de este importante hecho histórico, además, se visualiza diversificar el uso de la gamificación en otras áreas del conocimiento como la física, química y matemáticas, que tradicionalmente son materias complejas en el aprendizaje

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Aznar Diaz, M. P. Caceres Reche y J. M. Trujillo Torres, Mobile learning y tecnologías móviles emergentes en Educación Infantil: percepciones de los maestros en formación, *Espacios*, vol. 40, nº 5, 11 02 2019. J. Ortega, M.
- [2] Ortega, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez, *Tendencias Emergentes en la Educación con TIC*, 1 ed., Asociación Espiral, Educación y Tecnología, 2012.
- [3] Ruiz Velasco, E., *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*, Ediciones Díaz de Santos, 2007.
- [4] Nielsen, J. y Budiu, R., *Mobile Usability*, S. Rimerman, Ed., Pearson Education, 2013.
- [5] INEGI, IFT, SCT, Gobierno de la Republica, *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2018*, Gobierno de la República Mexicana, 2 de febrero 2018. <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2017/>.

- [6] UNESCO, What UNESCO does in ICT in education, UNESCO, 17 2019. <https://en.unesco.org/themes/ict-education/action>.
- [7] Shuler, C., Winters, N. y West, M., Implicaciones para la planificación y la formulación de políticas, *El futuro del aprendizaje móvil*, 2013.
- [8] UNESCO, Las TIC en la Educación, UNESCO, 06 06 2017. <https://wayback.archive-it.org/10611/20170506101029/> y <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed>.
- [9] Scanlon, E. *Mobile Learning: location, collaboration and scaffolding inquiry, de Increasing Access through Mobile Learning*, Commonwealth of Learning and Athabasca University., 2014, pp. 85-98.
- [10] Murueta, M. E. *Alternativas para Nuevas Prácticas Educativas*, vol. 100, M. O. Guzman, Ed., México, Dsitrito Federa: Amapsi Editorial, 2015, p. 110.
- [11] Hernández, C. P., *Modelos Educativos y TIC*, México, DF: Secretaria de Educación Pública, Dirección General de Televisión Educativa, 2011.
- [12] Villareal Rodriguez, C. A. J. L. *Sistemas Educativos Líderes a Nivel Mundial, su Desempeño, Metodología y Rangos Aprobatorios*, Daena: International Journal of Good Conscience. ISSN 1870-557X, vol. I, nº 13, pp. 97-112, 2018.
- [13] Astin, A. W., *Student involvement: A Developmental Theory for Higher Education*, Journal College Student Development, vol. 40, pp. 518-529, 1984.
- [14] Ortiz-Colon, A., Jordán, J. y Agredal, M. *Gamificación en la Educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión*, Educ. Pesqui., vol. 44, pp. 1-17, 2018.
- [15] Marín-Díaz, V. *La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa*, Digital Education, nº 27, 2015.
- [16] Calabor, M.S., Mora, A. y Moya, S. *Adquisición de competencias a través de juegos serios: un análisis empírico*, Revista de Contabilidad, vol. 21, nº 1, pp. 38-47, 2017.
- [17] Torres Samperio, G. A., Gutiérrez Sánchez. M., Franco Arcega, A. y Suarez-Navarrete, A., *Metodología para el Modelado de Sistemas de Realidad Virtual para el Aprendizaje en Dispositivos Móviles*, *Pistas Educativas*, p. 17, 2017.

- [18] González-Mora, C., Videojuegos con Realidad Virtual, Tesis para obtener el grado de Master Universitario en Desarrollo de Software para Dispositivos Móviles de la Universidad de Alicante, 2017.
- [19] Porter Long, G., Lure of the Labyrinth, Learning Games to Go (LG2G) project, 2019. <http://labyrinth.thinkport.org/www/about.php>.
- [20] Eduweb, WolfQuest, Eduweb, 2005. <http://www.wolfquest.org/>.
- [21] Gen, G. S., Crunch Time, Genesis School - Gen, 25 07 2019. http://schoolgen.co.nz/playgames/crunchtime/?_ga=2.113391239.123157050.1566313297-1509272078.1565799156.
- [22] López Martín, V. M., La realidad virtual como recurso educativo en las ciencias experimentales, Valladolid: Universidad de Valladolid, 2018.
- [23] LaValle, Virtual Reality, S. M., Illinois: Cambridge University Press, 2017, pp. 35-46.
- [24] Steuer, J., Defining virtual reality: Dimensions determining, Journal of communication, vol. 42, nº 4, p. 73–93, 1992.
- [25] Mustafa, H, y Carl, N., The Benefits of Virtual reality in Education: A Comparising Study, Sweden, Chalmers University of Technology, University of Gothenburg, 2015, pp. 2-7.
- [26] Mihelj, M. y Podobnik, J., Haptics for Virtual Reality and Teleoperation, New York: Springer, 2012.
- [27] Fandos Igado, Pérez Rodríguez, M. M. y Aguaded Gómez, J., La realidad de los videojuegos ¿una nueva dimensión social?, Pulso: Revista de Educación, nº 36, pp. 191-203, 2013.
- [28] Blender, Blender 2.80 Manual, 2017: <https://docs.blender.org/manual/es/dev/.Unity>, Unity - Virtual Reality, 13 06 2019.
- [29] Unity, Documentación, 2017, <https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/virtual-reality>.
- [30] Méndez, G., Análisis de las herramientas Unity y Blender para el desarrollo de videojuegos con un enfoque educativo, Escuela de Computación, Tecnológico de Costa Rica, p. 13, 2014.
- [31] Open Shot, OpenShot, 2019/06/25. <https://www.openshot.org/es/>.

- [32] Audacity, Audacity, Audacity, 22 07 2019: <http://www.audacityteam.org>.
- [33] Gimp, Gimp,Gimp, 22 07 2019, <http://gimp.org>.
- [34] Thorn, A., Pro Unity Game Development wiht C#, Londres: Apress, 2014.
- [35] Unreal, Unreal Game Engine-VR/AR, 13/06/2017. <https://www.unrealengine.com/vr>.
- [36] Google, Google Cardboard for Developers, 21 06 2019 <https://developers.google.com/vr/>.
- [37] Soares Falcão, C. y Marcio Soares, M., Application of Virtual Reality Technologies in Consumer Product Usability in: Marcus A. (eds) Design, User Experience, and Usability. Web, Mobile, and Product Design. DUXU 2013, Lecture Notes in Computer Science, vol 8015. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.J. L. Gabbard y D. Hix, A Taxonomy of Usability Characteristics in Virtual Environments, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1997.
- [38] ISO, International Organization for Stadarization, 21 junio 2018. <https://www.iso.org/standard/63500.html>.
- [39] Google, Develop for Cardboard, 15 05 2017. <https://vr.google.com/cardboard/developers/>.
- [40] Granollers, T., Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad, 2005, <http://mpiua.invid.udl.cat/fases-mpiua/evaluacion/metodos-evaluacion-usabilidad/>.