

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**PROPUESTA DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE
USABILIDAD PARA JUEGOS SERIOS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

LUIS DAVID BERNAL IZA

luis.bernal@epn.edu.ec

DIRECTORA: MSc. MAYRA DEL CISNE CARRIÓN TORO

Mayra.carrion@epn.edu.ec

CODIRECTOR: PhD. JULIÁN ANDRÉS GALINDO LOSADA.

Julian.galindo@epn.edu.ec

Quito, enero 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por el estudiante Luis David Bernal Iza, bajo nuestra supervisión.



MSc. Mayra del Cisne Carrión Toro
Directora del proyecto



PhD. Julián Andrés Galindo Losada
Codirector del proyecto

DECLARACIÓN

Yo, Luis David Bernal Iza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



LUIS DAVID BERNAL IZA

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado con amor y cariño a mis padres: Luis Bernal y Elsa Iza, ya que, gracias a su esfuerzo y apoyo incondicional, me han permitido llegar a cumplir esta meta muy importante, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo.

David Bernal

AGRADECIMIENTO

Primero, quiero expresar mi agradecimiento a Dios por darme la capacidad y la fuerza para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mis padres por siempre creer en mí y ser el apoyo incondicional en mi vida, por siempre aconsejarme y demostrarme que el esfuerzo siempre tiene su recompensa. Sin ustedes no lo hubiese logrado, los amo.

A mis hermanas; Diana y Abigail por siempre preocuparse por mí y estar al pendiente que no me falte nada.

A mi novia, Kenia por acompañarme en el proceso de la tesis y siempre estar preocupada por mí.

A mis directores de tesis; Mayra Carrión y Julián Galindo, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria.

Por último, agradezco a todos mis amigos, ya que ustedes han aportado de diferentes maneras para que esta etapa académica sea única y memorable.

David Bernal

CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	I
DECLARACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
CONTENIDO	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos	2
1.2. Metodología.....	2
1.3. Marco Teórico.....	3
1.4. Resumen del capítulo 1	8
CAPÍTULO 2	9
2. METODOLOGÍA: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA	9
2.1. Planificación	9
2.1.1. Necesidad de la revisión.....	9
2.1.2. Preguntas de investigación.....	10
2.1.3. Estrategias de búsqueda	10
2.1.4. Selección del estudio.....	12
2.1.5. Evaluación de calidad.....	13
2.1.6. Recopilación de datos	15
2.1.7. Análisis de datos	15
2.2. Ejecución.....	16
2.2.1. IEEE Xplore	16
2.2.2. Biblioteca digital ACM.....	19

2.2.3.	Elsevier.....	21
2.2.4.	Google Scholar.....	23
2.2.5.	Springer Link	27
2.3.	Presentación de resultados	30
2.3.1.	Resultados de la búsqueda	30
2.3.2.	Respuestas a las preguntas de investigación	32
2.4.	Resumen del capítulo 2	56
CAPÍTULO 3	57
3.	CREACIÓN Y APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	57
3.1.	Creación de la propuesta de instrumentos de evaluación	57
3.1.1.	Caso de estudio.....	57
3.1.2.	Propuesta del instrumento para la técnica de evaluación heurística	58
3.1.3.	Propuesta del instrumento para la técnica de cuestionario	64
3.2.	Aplicación de la propuesta de los instrumentos de evaluación	69
3.2.1.	Evaluación heurística.....	70
3.2.2.	Cuestionario	75
3.3.	Resumen del capítulo 3	80
CAPÍTULO 4	81
4.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	81
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
	ANEXOS	94

RESUMEN

El presente trabajo investigativo aborda el tema, sobre una propuesta de un instrumento de evaluación de usabilidad para juegos serios. Debido a que, los instrumentos actuales utilizados para evaluar la usabilidad de estos no abordan todas las características que deben ser tomadas en cuenta en la evaluación y al aplicarse los instrumentos que no cubren dichas características, la evaluación de usabilidad puede fallar. Para lo cual, fue necesario aplicar la metodología para la revisión sistemática de la literatura (RSL), propuesta por Kitchenham y Charters. Con el fin de identificar, sintetizar e interpretar la información existente, referente a los métodos, técnicas e instrumentos de evaluación de usabilidad para juegos serios, puesto que, los instrumentos están ligados a una técnica y una técnica está ligada a un método. Con base a la información obtenida de la RSL, se propuso un instrumento de evaluación de usabilidad, mediante la adaptación de los instrumentos existentes, tanto para la técnica de evaluación heurística como para la técnica de cuestionario, ya que para estas técnicas se utilizan instrumentos estandarizados a comparación de las otras técnicas que no los usan. Los instrumentos propuestos cumplen con evaluar la usabilidad de los juegos serios, tomando en cuenta todas sus características. Finalmente, se realizó la evaluación de usabilidad del juego serio “El tesoro de ser politécnico”, aplicando los instrumentos propuestos, y a su vez, la propuesta planteada será útil para el laboratorio ISEAsy de la facultad de Ingeniería de Sistemas.

PALABRAS CLAVE: Juegos serios, usabilidad, instrumentos, juegos educativos, juegos de aprendizaje, videojuegos educativos.

ABSTRACT

The present research study approached the subject, about a proposal of an instrument of evaluation of usability for serious games. Because the current instruments used to evaluate the usability of these don't address all the characteristics that must be considered in the evaluation and when applying the instruments that do not cover these characteristics, the usability evaluation may fail. Therefore, it was necessary to apply the methodology for the systematic literature review (SLR), proposed by Kitchenham and Charters. In order to identify, synthesize and interpret the existing information, concerning the methods, techniques, and instruments for evaluating usability for serious games, since the instruments are linked to a technique and a technique is linked to a method. Based on the information obtained from the RSL, a usability evaluation instrument was proposed, by adapting the existing instruments, both for the heuristic evaluation technique and for the questionnaire technique. This is because these techniques use standardized instruments while the others techniques don't. The proposed instruments comply with evaluating the usability of serious games, considering all their characteristics. Finally, the usability evaluation of the serious game "The treasure of being polytechnic" was carried out, applying the proposed instruments, and in turn, the proposal raised will be useful for the ISEAs laboratory and the Faculty of Systems Engineering.

KEYWORDS: Serious games, usability, instruments, educational games, learning games, educational videogames.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Conforme la tecnología ha ido avanzando, el ser humano ha desarrollado nuevas capacidades y experiencias que en tiempos pasados eran inimaginables [1]. Los dispositivos tecnológicos han llegado a formar parte de la vida cotidiana de cada persona y a su vez han ido brindando nuevas alternativas para mejorar las capacidades en los individuos [2]. Con el avance y la evolución de la tecnología se ha logrado que las distintas herramientas multimedia lleguen a diferente público objetivo, permitiendo con ello ayudarles de forma significativa en las actividades que ellos realizan [3]. Es así, como se crean los juegos digitales, y con ello, llegan los juegos que tienen diferentes propósitos serios; para transmisión de mensajes, entrenamiento e intercambio de datos [4].

Los juegos serios, cuyo propósito es la transmisión de mensajes educativos, se han convertido en una de las herramientas más populares en los últimos años [5]. Es por esto, que en varios países alrededor del mundo, distintos investigadores, académicos y profesionales han estado trabajando en su diseño e implementación, con el fin de que estas herramientas puedan apoyar en la solución de distintos problemas sociales dentro de los países [6]. Aunque los juegos serios han ido ganando protagonismo por su gran utilidad, los métodos existentes no son lo suficientemente maduros para evaluar su usabilidad [7]. Llevar a cabo una evaluación de usabilidad, consiste en observar y analizar cómo se desenvuelven usuarios reales, al momento de utilizar el aplicativo informático. Para de esta forma identificar que funciona bien, que necesita ajustarse, escuchar las necesidades y frustraciones de los usuarios y tenerlas en cuenta, para mejorar así su experiencia y que el producto sea considerado usable satisfactoriamente [8].

Existen métodos de evaluación de usabilidad para evaluar software tradicional (ejemplo: sistema bancario, sistema de salud, sistema de administración, entre otros), pero en el caso de los videojuegos se requieren instrumentos de evaluación con características especiales. Aún más cuando se habla de juegos serios, ya que se agregan conceptos adicionales de complejidad, porque son utilizados con fines serios y de entrenamiento, lo que resulta más complicado [9]. Debido a que los juegos serios son fundamentalmente diferentes a los software tradicionales, las evaluaciones de usabilidad tradicionales válidas para esos software, pueden fallar cuando se aplican en juegos serios [10].

Es por esto, que surge la necesidad de explorar la existencia de instrumentos de evaluación de usabilidad para juegos serios, que tienen como propósito la transmisión de mensajes educativos. Para así, en base a la información obtenida y las características propias de los

juegos serios, proponer un instrumento válido que permita realizar la evaluación de usabilidad de los juegos serios. Las características propias de los juegos serios según [4] son: objetivos serios, visualización de la historia, visualización del mundo del juego, visualización del personaje, gamificación, game play, interfaz y multimedia.

Este proyecto tiene como propuesta, desarrollar un instrumento de evaluación de usabilidad para juegos serios; será utilizada en el laboratorio ISEAsy de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, la cual tiene como ámbito de investigación el diseño de juegos serios con propósitos educativos, ya que, actualmente utilizan los instrumentos existentes para juegos y software en general para poder evaluar los juegos serios desarrollados.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Proponer un instrumento de evaluación de usabilidad para juegos serios.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Analizar los instrumentos de evaluación de usabilidad para juegos serios.
- Programar un instrumento de evaluación de usabilidad de juegos serios, mediante la adaptación de los instrumentos encontrados.
- Aplicar el instrumento de evaluación de usabilidad a un proyecto de desarrollo de un juego serio en el laboratorio ISEAsy de la FIS.

1.2. Metodología

Para cumplir con el objetivo propuesto, es necesario realizar un estudio de los instrumentos de evaluación de usabilidad para juegos serios. Por lo tanto, la metodología para la revisión sistemática de la literatura (RSL) a seguir, es la propuesta por Kitchenham y Charters, la misma que esta descrita en “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering” [11].

Una revisión sistemática de la literatura es una metodología que identifica, sintetiza e interpreta todos los estudios disponibles que son relevantes para una pregunta de investigación formulada previamente, o área temática o fenómeno de interés [12]. Aunque las revisiones sistemáticas requieren más esfuerzo que las revisiones tradicionales, las ventajas de emprender este método son mayores. Puede identificar cualquier laguna en la investigación actual y resumir la evidencia existente en la literatura para ayudar a futuras investigaciones.

La Guía de la RSL sigue un enfoque metodológico de tres fases, las cuales son: planificación, ejecución y presentación de resultados. En la fase de planificación se detallan las preguntas de investigación, se desarrolla un protocolo de búsqueda y selección del estudio (estableciendo criterios de inclusión y exclusión), tratando de que se adapte de mejor manera a las preguntas de investigación que se desea responder. Además, se establecen preguntas de calidad para validar los trabajos recolectados, permitiendo con ello, quedarnos con los trabajos más relevantes que permitan responder a las preguntas de investigación planteadas. En la fase de ejecución se aplica lo definido en la fase de planificación. Por último, en la fase de presentación de resultados se muestran los resultados obtenidos de la revisión. En donde se detallarán los resultados de búsqueda que se obtuvieron en las diferentes bases de datos, así como el detalle de los artículos que responden a las preguntas de investigación.

1.3. Marco Teórico

En esta sección se presentan algunos conceptos importantes para nuestro tema de investigación.

Usabilidad

La usabilidad se define en la norma ISO 9241-11 como *“El grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos, para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso”* [13]. Esta definición se enfoca en tener productos que permitan a los usuarios alcanzar metas y proporcionar una base para medir la usabilidad de diferentes productos software. En otras palabras, la usabilidad es la facilidad con la que una persona puede realizar una tarea determinada con su producto. Los componentes de calidad según la ISO 9241-11 son:

- **Efectividad:** es la capacidad de un producto para conseguir de él los resultados esperados. Normalmente la evaluación de la efectividad es Si/No, es decir, se consigue el objetivo o no se consigue. Un producto que muestra efectividad es eficiente.
- **Eficiencia:** es el esfuerzo requerido por la persona (en tiempo, en número de clics, en número de pantallas que ha tenido que ver hasta encontrar lo que busca...) para lograr cumplir su objetivo. Un producto que muestra eficiencia es efectivo.
- **Satisfacción de uso:** es la sensación que tiene el usuario mientras usa un producto o después de haberlo usado. No necesariamente es más satisfactorio un producto que ha sido efectivo y eficiente, a veces los usuarios no consiguen el objetivo que

tenían, en cambio les gusta el producto. No sólo se valora la utilidad, en la satisfacción hay aspectos emocionales. Un producto que muestra satisfacción es satisfactorio.

Cabe mencionar que aplicar pruebas de usabilidad a un software, aporta grandes beneficios como los que se mencionan a continuación [14]:

1. Reducción de los costos de aprendizaje y consecuentemente los de asistencia y ayuda al usuario.
2. Optimización de los costos de diseño, rediseño y mantenimiento.
3. Aumento de la tasa de conversión de visitantes a clientes de un software.
4. Mejora de la imagen y prestigio.
5. Mejora en la calidad del producto.
6. Mejora la calidad de vida de los usuarios, ya que, reduce su estrés e incrementa la satisfacción y la productividad.

Juego

Un juego es una actividad en la que los jugadores se involucran en un conflicto artificial, definido por reglas, que da como resultado un resultado cuantificable [15]. Esto quiere decir, que los juegos tienen un conjunto de reglas definidas que el jugador debe seguir, para así lograr un objetivo y obtener un resultado. Como complemento a esta definición, se sabe que un juego, es una actividad agradable de entretenimiento y esparcimiento, antes que de trabajo [16]. Basándose en estas definiciones se establece que un juego, es una actividad entretenida, espontánea y voluntaria, sujeta a reglas libremente aceptadas por los jugadores, para lograr cumplir objetivos específicos. Además, que los juegos deben desarrollarse en determinados límites de espacio y tiempo, lo que quiere decir que los juegos tienen un inicio y un fin [17].

Videojuego

Un videojuego es cualquier tipo de software interactivo orientado al entretenimiento, que hace uso de la tecnología informática y permite la interacción hombre-máquina en tiempo real. Y todas las acciones pueden ser desarrolladas en cualquier plataforma electrónica, ya sea, en un televisor, un computador personal, una consola o cualquier otro semejante [18]. Levis lo define como *“un entorno informático que reproduce sobre una pantalla un juego cuyas reglas han sido previamente programadas”* [19].

Existen 4 elementos que siempre se encontrarán en cada videojuego los cuales son: estética, historia, tecnología y mecánica [20].

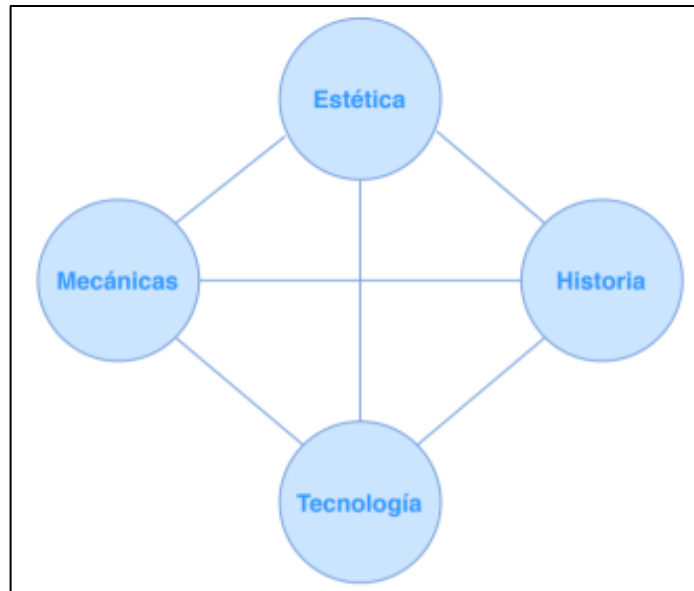


Figura 1. Elementos de los videojuegos. Fuente: [Elaborado por el autor]

- **Estética:** La estética es la capa que está en contacto con el jugador, esta capa le dará al jugador la sensación de la experiencia de juego, lo que verá el jugador, lo que oirá el jugador y en general el sabor del juego. Debido a que esta capa está en contacto directo con el jugador, es una de las capas más importantes del videojuego.
- **Mecánicas:** Las mecánicas son las reglas del juego. Estas definen lo que el jugador puede y no puede hacer dentro del juego y los objetivos que debe alcanzar.
- **Historia:** La historia del juego es la secuencia de eventos que se desarrolla en el juego. Los videojuegos tienen la ventaja de hacer que la historia sea interactiva y así darle al jugador la sensación de que él elige que hacer dentro de esa historia.
- **Tecnología:** La tecnología puede ser cualquier herramienta que se pueda usar para crear juegos.

Juegos Serios

Los juegos serios o “Serious Games” definidos generalmente, son juegos que tienen otro propósito además del entretenimiento [21]. En 1970 el investigador estadounidense Clark C. Abt, define a los juegos serios como aquellos que son diseñados con fines educativos específicos, más que para entretenimiento del usuario [22]. Esta definición no quiere decir

que los juegos serios, no contienen la parte de entretenimiento o enganche en los usuarios. Existe una definición más actual, la cual es dada por el investigador Julián Álvarez en 2008, quien estudia los orígenes de los juegos serios [23]. Esta definición dice, que el propósito de un juego serio es conseguir que los usuarios interactúen con una aplicación informática que combina aspectos de tutoría, enseñanza, formación, comunicación e información, con un elemento lúdico y/o tecnológico derivado de los videojuegos. Esta combinación tiene como objetivo hacer que el contenido práctico y útil sea agradable [23].

Los juegos serios con propósitos de transmisión de mensajes educativos, tienen características propias que las identifican como tal, estas características según [24]–[26] son: objetivos serios, visualización de la historia del juego, visualización del mundo del juego, visualización del personaje, técnicas de gamificación, gameplay, interfaz y multimedia.

- **Objetivos serios:** Este es el contenido serio que puede ser tomado para cualquier contexto de estudio y que permite la interacción del jugador con el juego.
- **Visualización de la historia:** Aquí se describe la historia o narrativa que ayuda al usuario a entender mejor el juego, permitiendo a este, que sea parte activa de ese mundo, en el cual se está desplegando.
- **Visualización del mundo:** Se refiere a los diferentes escenarios o mundos que puede presentar el juego. Al poseer ello, puede existir una libertad de movimiento del avatar, en ese ambiente que se encuentra desplegado.
- **Visualización del personaje:** Se refiere o hace mención a los personajes que se presentan dentro del escenario del juego.
- **Técnicas de gamificación:** Son las mecánicas de diseño, elementos y técnicas de juego que permite mejorar la experiencia y compromiso del usuario en sistemas que no son de juego [27], las técnicas de gamificación son:
 - **Puntos:** Son mecanismos de juego a través de los cuales se asignan valores numéricos al jugador.
 - **Niveles:** Son nuevos espacios disponibles para el jugador al completar un objetivo específico, así como nuevos desafíos para mantener alto el interés de los jugadores.
 - **Tablas de clasificación:** Son una mecánica de juego que muestra los nombres y posiciones de los competidores en una competencia, especialmente en juegos de torneo.

- **Insignias:** Se refiere a las mecánicas de juego más utilizadas y los mejores resultados en términos de compromiso del informe de los jugadores. Por ejemplo, son premios que el jugador logra por cada acción realizada de forma correcta en el escenario del juego.
- **Desafíos / Misiones:** Dan a los jugadores instrucciones sobre qué hacer en el mundo del juego y también se consideran las pruebas que el jugador debe superar para obtener puntos o avanzar de nivel.
- **Onboarding:** Es lograr que un jugador comprenda la dinámica, las reglas y los objetivos de un juego sin tener que leer ninguna instrucción.
- **Lazos de compromiso:** Son las recompensas que hacen que el jugador se comprometa, por ejemplo: premios u obsequios que se pueden obtener en el juego.
- **Personalización:** Permite a los jugadores personalizar diferentes objetos del mundo del juego como: avatar, mundos, nombres, etc. Lo que provoca el compromiso o enganche, llevando al jugador a continuar jugando dentro de ese mundo virtual.

El juego debe cumplir con al menos una de las técnicas de gamificación, descritas anteriormente.

- **GamePlay:** Son las funciones o acciones que el jugador realiza en el escenario del juego y de esa forma generar dinámicas que permiten motivar al usuario.
- **Interfaz:** Es el dispositivo e información a través del cual el jugador toma el control del juego y opera en él, por ejemplo: mouse, teclado, controlador, consola del juego, pantalla de visualización, etc.
- **Multimedia:** Es la integración de medios como: imágenes, gráficos, texto, voz, música, o video de manera simultánea, con el fin de transmitir información.

Videojuego educativo

Un videojuego educativo se define como todo tipo de juego electrónico interactivo, por medio del cual se puede aprender uno o varios temas. Estos videojuegos educativos son utilizados como herramientas para generar un aprendizaje específico en los estudiantes, con actividades que se desarrollan para que sus usuarios adquieran y refuercen su conocimiento [28].

Este concepto lo corrobora Begoña Gros, que lo define como un tipo de software, que tiene un diseño específico que permite a los usuarios transmitir conocimientos, habilidades y procedimientos [29].

1.4. Resumen del capítulo 1

En este primer capítulo se presentó la introducción, la problemática a resolver, el objetivo general y los objetivos específicos a llevar a cabo; además se describió la propuesta, el alcance y estudio de los diferentes conceptos, relacionados con el contexto de trabajo presentados en el marco teórico.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

La metodología utilizada para llevar a cabo la investigación es la revisión sistemática de la literatura (RSL), la cual se basa en las pautas originales propuestas por Kitchenham & Charters [11], las mismas que se encuentran entre las más aceptadas en ingeniería de software. Estas pautas establecen que una revisión de la literatura debe comprender tres fases: planificación, ejecución y presentación de resultados.

En la fase de planificación se detallan las preguntas de investigación, se desarrolla un protocolo de búsqueda y selección del estudio, estableciendo criterios de inclusión y exclusión, tratando de que se adapte de mejor manera a las preguntas de investigación que se desea responder. Además, se establece como se evaluará la calidad de los trabajos a consultar, el cómo se recolectarán, analizarán y clasificarán. En la fase de ejecución se aplica lo definido en la fase de planificación y por último en la fase de presentación de resultados se muestran los resultados obtenidos en la revisión, en donde se detallarán los resultados de búsqueda que se obtuvieron de las diferentes bases de datos, así como el detalle de los artículos que son utilizados para el trabajo investigativo.

El objetivo de este trabajo es identificar estudios relevantes sobre instrumentos de evaluación de usabilidad para juegos serios. Pero para poder investigar este campo se deben también investigar los métodos y técnicas. Debido a que, los instrumentos son parte de las técnicas y las técnicas son parte de los métodos. Este trabajo se basó en las pautas propuestas por Kitchenham y Charters [11] para realizar revisiones sistemáticas de la literatura en el campo de la Ingeniería de Software. Los pasos de esta metodología se documentan a continuación.

2.1. Planificación

2.1.1. Necesidad de la revisión

Una de las razones propuestas por Kitchenham y Charters, del por qué se debe realizar una revisión sistemática de la literatura, es que existe la necesidad de los investigadores por identificar, sintetizar e interpretar todos los estudios disponibles, que son relevantes para una pregunta de investigación formulada previamente; un área temática o un fenómeno de interés [11].

En este caso necesitamos identificar, sintetizar e interpretar la información existente, referente a los instrumentos de evaluación de usabilidad para juegos serios. Pero ya que, los instrumentos están ligados a una técnica y una técnica está ligada a un método, estos

también serán parte de la investigación.

2.1.2. Preguntas de investigación

Se establecieron 3 preguntas de investigación, las cuales permitirán recopilar todos los documentos con la información necesaria. Se tomarán en cuenta las evaluaciones de usabilidad tanto para juegos como para juegos serios, con el fin de conocer si se usan métodos, técnicas e instrumentos diferentes o están aplicando los mismos para ambos. Las preguntas de investigación establecidas para este estudio son:

- **PI1.** ¿Qué métodos, técnicas e instrumentos son utilizados para evaluar la usabilidad de los juegos y los juegos serios?
- **PI2.** ¿Qué características tienen los métodos, técnicas e instrumentos investigados en la pregunta 1?
- **PI3.** ¿Cómo se aplican los métodos, técnicas e instrumentos utilizados para evaluar la usabilidad de los juegos y los juegos serios?

La pregunta PI1 se centra en estudiar los métodos, técnicas e instrumentos que son utilizados para evaluar la usabilidad tanto para juegos como para juegos serios. Con respecto a la pregunta PI2 y PI3, permite observar las diferentes características e identificar los procedimientos utilizados, para realizar la evaluación de usabilidad de los juegos y los juegos serios.

2.1.3. Estrategias de búsqueda

La estrategia de búsqueda tiene como propósito, encontrar los estudios primarios, mediante la búsqueda detallada de los artículos que permitirán responder a las preguntas de investigación, planteadas anteriormente.

Palabras clave

Las palabras claves seleccionadas para realizar la búsqueda son las siguientes: “Métodos”, “Técnicas”, “Instrumentos”, “Evaluación”, “Usabilidad”, “Juegos Serios”, “Juegos”.

Cadenas de búsqueda

Para construir las cadenas de búsqueda (CB) se siguieron los pasos descritos en [11], los cuales, son los siguientes:

- Derivar los términos principales de las preguntas identificando los conceptos principales.
- Identificar ortografías y sinónimos alternativos para los términos principales.

- Verificar las palabras clave en cualquier documento relevante que ya se tenga.
- Usar el booleano OR para agregar ortografías alternativas y sinónimos.
- Usar el booleano AND para vincular los términos principales

Para facilitar la construcción de las cadenas de búsqueda, se elaboró una tabla (Tabla 1) con la siguiente estructura: La columna A, contiene palabras claves relacionadas con la evaluación y sus correspondientes traducciones al inglés. En la columna B, están las palabras claves relacionadas con los juegos serios y sus correspondientes traducciones al inglés. En la columna C, están las palabras claves relacionadas con la usabilidad y sus correspondientes traducciones al inglés. Finalmente, en la columna D, están las palabras claves relacionadas con los métodos, técnicas e instrumentos y sus correspondientes traducciones al inglés.

Tabla 1 Cuadro para la estrategia de búsqueda.

A	B	C	D
A1. Evaluación.	B1. Juegos Serios.	C1. Usabilidad.	D1. Métodos.
A2. Validación.	B2. Juegos.	C2. Usability.	D2. Técnicas.
A3. Evaluation.	B3. Videojuegos		D3. Instrumentos.
A4. Validation.	educativos.		D4. Methods.
A5. Assessment.	B4. Juegos educativos.		D5. Techniques.
	B5. Juegos de aprendizaje.		D6. Instruments.
	B6. Serious Games.		
	B7. Games.		
	B8. Educational		
	videogames.		
	B9. Educational games.		
	B10. Learning games.		

(Ver Anexo 1. Matriz de búsqueda). Fuente: [Elaborado por el autor]

Las cadenas de búsqueda (CB) se establecen de la siguiente manera:

- **CB1:** (A1 OR A2) AND (C1) AND (B1 OR B2 OR B3 OR B4 OR B5)
- **CB2:** (A3 OR A4 OR A5) AND (C2) AND (B6 OR B7 OR B8 OR B9 OR B10)
- **CB3:** (D1 OR D2 OR D3) AND (A1 OR A2) AND (C1) AND (B1 OR B2 OR B3 OR B4 OR B5)
- **CB4:** (D4 OR D5 OR D6) AND (A3 OR A4 OR A5) AND (C2) AND (B6 OR B7 OR B8 OR B9 OR B10)

Las cadenas de búsqueda (CB) que han sido descritas, permitirán encontrar los siguientes resultados:

Las cadenas de búsqueda CB1 y CB2, encontrarán artículos relacionados con las evaluaciones de usabilidad para juegos y juegos serios.

Las cadenas de búsquedas CB3 y CB4, encontrarán artículos relacionados con la descripción, características y como se aplica cada uno de los métodos, técnicas e instrumentos utilizados, para evaluar la usabilidad en los juegos y juegos serios.

Bases de datos

La búsqueda de los artículos a estudiar se realizó en las siguientes bases de datos electrónicas: IEEE Xplore, Biblioteca Digital ACM, Elsevier, Google Scholar, Springer Link. Para almacenar toda la información recopilada sobre los artículos encontrados, se utilizó MS Excel™ y para la adecuada gestión de referencias, se utilizó la herramienta Mendeley.

2.1.4. Selección del estudio

El proceso para seleccionar los estudios se realizó en las fases que se mencionan a continuación:

Fase 1. Todos los documentos que fueron encontrados en el proceso de búsqueda se evaluaron tomando en cuenta su título, resumen y palabras clave, para de esta forma, determinar la idoneidad del documento. Adicionalmente se verificó que los documentos cumplan con los criterios de inclusión y exclusión (Ver Tabla 2). En esta fase, fueron excluidos los documentos que eran claramente irrelevantes y los documentos relevantes fueron clasificados como posibles trabajos seleccionados.

Fase 2. Los documentos que fueron clasificados, como posibles trabajos seleccionados en la fase 1, se analizaron con el mayor detalle posible, realizando una lectura exhaustiva y completa de los documentos. Para luego, responder las preguntas de evaluación de la calidad (Ver sección 2.1.5), lo cual permitió garantizar que los documentos seleccionados aportan realmente a la investigación.

Criterios de inclusión y exclusión

En la siguiente tabla se detallan los criterios de inclusión y exclusión, los mismos que indican las condiciones que deben cumplir los documentos encontrados para ser considerados como posibles trabajos seleccionados.

Tabla 2 Criterios de inclusión y exclusión.

	<ul style="list-style-type: none">• Artículos científicos escritos en diferentes idiomas.• Tesis de ingenierías, maestrías y doctorados.
--	---

<p>Criterios de inclusión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Publicaciones que presentan instrumentos, técnicas o métodos para evaluar la usabilidad de juegos y juegos serios. • Artículos que explican el proceso de evaluación de usabilidad de un juego y un juego serio. • Publicaciones que muestran casos de estudio sobre la aplicación de un método de evaluación, técnica o instrumento para evaluar juegos y juegos serios.
<p>Criterios de exclusión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Artículos cuyo objetivo principal no son los métodos de evaluación de usabilidad para juegos y juegos serios. • Artículos que muestran un juego serio, pero no proporcionan información sobre su evaluación de usabilidad. • Publicaciones que presentan los resultados de evaluar un juego serio, pero no muestran ninguna información sobre la técnica de evaluación utilizada. • Artículos que discuten sobre métodos de evaluación fuera del alcance de los juegos serios. • Se excluirán las publicaciones, si solo está disponible el resumen, pero no el texto completo. • Documentos duplicados (mismo documento recuperado de diferentes bases de datos). • Informe duplicado del mismo estudio (cuando existen varios informes de un estudio en diferentes bases de datos, la versión más completa del estudio se incluyó en la revisión).

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.1.5. Evaluación de calidad

Para realizar el proceso de evaluación de la calidad de los documentos encontrados, se elaboró un cuestionario, el cual fue aplicado a cada uno de los documentos que cumplió con la fase 1 de la selección del estudio. La evaluación de la calidad se aplica en la segunda fase y su fin es garantizar que los documentos seleccionados aportan realmente a la investigación.

El cuestionario de evaluación consta de siete preguntas de evaluación de calidad (EC). Las

preguntas permitirán identificar la calidad del documento con respecto al tema principal y los objetivos de esta revisión.

De acuerdo con la información anterior, las siete preguntas de evaluación de calidad (EC) planteadas son las siguientes:

- **EC1.** ¿El documento define qué es un juego o un juego serio?
- **EC2.** ¿El documento proporciona información sobre las evaluaciones de usabilidad para juegos o juegos serios?
- **EC3.** ¿El documento muestra un instrumento, técnica o método de evaluación de usabilidad para juegos o juegos serios?
- **EC4.** ¿El documento muestra información sobre el instrumento, técnica o método de evaluación utilizado?
- **EC5.** ¿El documento especifica las características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación de usabilidad?
- **EC6.** ¿El documento describe como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación?
- **EC7.** ¿El documento presenta algún caso de estudio sobre la aplicación de un instrumento, técnica o método de evaluación?

Cada pregunta fue respondida con SI (S) o NO (N). Las preguntas se evaluaron de la siguiente manera:

- **EC1:** S, el documento presenta información que define a un juego o un juego serio. N, la publicación no contiene información que defina a un juego o un juego serio.
- **EC2:** S, el documento contiene información sobre las evaluaciones de usabilidad para juegos o juegos serios. N, el documento no presenta información sobre las evaluaciones de usabilidad para juegos o juegos serios.
- **EC3:** S, los criterios de inclusión se definen explícitamente en el estudio, es decir, el documento presenta un instrumento, técnica o método de evaluación para evaluar usabilidad en juegos o juegos serios y explica el proceso de evaluación. N, no cumple con los criterios de inclusión y no se pueden deducir fácilmente.
- **EC4:** S, el documento proporciona información sobre los instrumentos, técnicas o métodos utilizados para evaluar la usabilidad en juegos y juegos serios. N, la publicación no muestra la información requerida.
- **EC5:** S, el documento enumera o detalla las características de los instrumentos, técnicas o métodos utilizados en la evaluación. N, el documento no señala características de los instrumentos, técnicas o métodos de manera específica.

- **EC6.** S, el documento describe cómo se aplica el instrumento, técnica o método de evaluación o proporciona un ejemplo de uso. N, el documento no proporciona ningún ejemplo de uso.
- **EC7:** S, el documento muestra el procedimiento utilizado para realizar la sesión de evaluación de usabilidad de un juego o juego serio aplicado a un caso de estudio. N, el documento no muestra el procedimiento utilizado para realizar la sesión de evaluación de usabilidad de un juego o juego serio, el procedimiento presentado es incompleto y no puede deducirse fácilmente.

Para visualizar los artículos, en los cuales, se aplicaron las preguntas de evaluación de la calidad, (Ver Anexo 2. Matriz evaluación de la calidad).

2.1.6. Recopilación de datos

Para la recopilación de los datos, el autor de este documento fue el encargado de recopilar las diferentes publicaciones incluidas en este estudio. Los directores de tesis hicieron la correspondiente revisión de este proceso, con el fin de asegurarse de que la información obtenida era la apropiada. Para el almacenamiento de los diferentes nombres de los trabajos investigativos, se hizo uso de una hoja de cálculo en Excel (Ver Anexo 2. Matriz evaluación de la calidad), para de esta forma garantizar que todos los datos obtenidos fueron registrados y almacenados de manera correcta. Los datos que se extrajeron de cada publicación fueron: base de datos electrónica, fecha de acopio, autor principal, año de publicación, título de la publicación, objetivos de la publicación y las respuestas de las preguntas de la evaluación de la calidad.

Además, para una adecuada gestión de referencias de los documentos extraídos se hizo uso de la herramienta “Mendeley”, la cual permitió organizar los estudios de una manera ordenada y elaborar las referencias del presente documento.

2.1.7. Análisis de datos

Con el fin de facilitar el análisis de los datos, los documentos seleccionados se clasificaron según la base de datos electrónica y los siguientes criterios:

- Evaluaciones de usabilidad para juegos o juegos serios (abordando PI1).
- Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos o juegos serios (abordando PI1).
- Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos o juegos serios (abordando PI1, PI3).

- El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego o juego serio (abordando PI2),
- Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica (abordando PI2).

2.2. Ejecución

Se cumplió de forma sistemática lo descrito en el apartado anterior. Para lo cual, se crearon unas tablas donde se muestra la información de los documentos seleccionados, al igual qué, la base de datos electrónica de donde fue sustraída la publicación y su clasificación según los criterios en la sección 2.1.7.

2.2.1. IEEE Xplore

En la tabla 3 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos serios, extraídos de la base de datos electrónica IEEE Xplore, los cuales a su vez se encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 3 Clasificación de documentos referentes a juegos serios - IEEE Xplore.

AUTORES	AÑO	DOCUMENTO
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica.
Grassyara Tolentino	2011	Usability of Serious Games for Health [30].
Norizan Mat Diah	2010	Usability Testing for Educational Computer Game Using Observation Method [31].
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio.

Igor Falcao	2019	Usability and Cognitive Benefits of a Serious Game to Combat Aedesaegypti Mosquit [32].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. 		
Hasiah Mohamed Omar	2008	Playability Heuristics Evaluation (PHE) Approach for Malaysian Educational Games [33].
Azham Hussain	2014	A Usability Testing On jFakih Learning Games for Hearing Impairment Children [34].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. 		
Marina Ismail	2011	Measuring Usability of Educational Computer Games Based on The User Success Rate [35].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Ralph Dagdag	2011	Teacher Tool for Visualization and Management of a Technology-Enhanced Learning Environment [36].

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la tabla 4 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos, extraídos de la base de datos electrónica IEEE Xplore. Los cuales a su vez se encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 4 Clasificación de documentos referentes a juegos – IEEE Xplore.

Autores	Año	Documento
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Heather Desurvire	2013	Methods for Game User Research studying player behavior to enhance game design [37].
Spyridon Papaloukas	2009	Usability Assessment Heuristics in New Genre Videogames [38].
Johanna Höysniemi	2003	Using peer tutoring in evaluating the usability of a physically interactive computer game with children [39].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. 		
Umi Rosyidah	2019	Usability Evaluation Using GOMS Model for Education Game “Play and Learn English” [40].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. 		
Sarmad Soomro	2014	Evaluation of Mobile Games with Playability Heuristic Evaluation System [41].
Jamie May	2019	YouTube Gamers and Think-Aloud Protocols: Introducing Usability Testing [42].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. 		

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. 		
Yi Hsuan Liao	2012	Heuristic Evaluation of Digital Game based Learning A Case Study [43].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Kalle Jegers	2008	Investigating the Applicability of Usability and Playability Heuristics for Evaluation of Pervasive Games [44].

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.2.2. Biblioteca digital ACM

En la tabla 5 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos serios, extraídos de la base de datos electrónica ACM. Los cuales a su vez se encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 5 Clasificación de documentos referentes a juegos serios – ACM.

Autores	Año	Documento
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Geoffrey Hookham	2016	Comparing Usability and Engagement between a Serious Game and a Traditional Online Program [45].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. 		

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. 		
Ester Baauw	2006	Assessing the Applicability of the Structured Expert Evaluation Method (SEEM) for a wider Age Group [46].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego o juego serio. 		
Wong Seng Yue	2009	Usability Evaluation for History Educational Games [47].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Spyridon Papaloukas	2008	Usability and Education of Games through Combined Assessment Methods [48].

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la tabla 6 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos, extraídos de la base de datos electrónica ACM. Los cuales a su vez se encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 6 Clasificación de documentos referentes a juegos – ACM.

Autores	Año	Documento
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. 		

David Pinelle	2008	Heuristic Evaluation for Games: Usability Principles for Video Game Design [49].
Florentin Rodio	2013	Heuristics for Video Games Evaluation: How Players Rate Their Relevance for Different Game Genres According to Their Experience [50].
David Pinelle	2009	Usability Heuristics for Networked Multiplayer Games [51].
Heather Desurvire	2004	Using Heuristics to Evaluate the Playability of Games [52].
Hannu Korhonen	2006	Playability Heuristics for Mobile Games [53].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. 		
Federico Fabiano	2018	Evaluating a Pervasive Game for Urban Awareness [54].
Athanasios Karoulis	2006	Evaluating the LEGO – RoboLab Interface with Experts [55].
Farahwahida Mohd	2016	Mobile Games Usability Using the Idea of Mark Overmars [56].

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.2.3. Elsevier

En la tabla 7 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos serios, extraídos de la base de datos electrónica Elsevier. Los cuales a su vez se encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 7 Clasificación de documentos referentes a juegos serios – Elsevier.

Autores	Año	Documento
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Margaret Verkuyl	2018	Virtual gaming simulation of a mental health assessment: A usability study [57].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. 		
Hege Mari Johnsen	2016	Teaching clinical reasoning and decision-making skills to nursing students: Design, development, and usability evaluation of a serious game [58].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. 		
Federica Savazzi	2018	Design and implementation of a Serious Game on neurorehabilitation: Data on modifications of functionalities along implementation releases [59].
Federica Savazzi	2018	Engaged in learning neurorehabilitation: Development and validation of a serious game with user-centered design [60].

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la tabla 8 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos, extraídos de la base de datos electrónica Elsevier. Los cuales a su vez se

encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 8 Clasificación de documentos referentes a juegos – Elsevier.

Autores	Año	Documento
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Jannicke Baalsrud Hauge	2012	Evaluation of simulation games for teaching engineering and manufacturing [61].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. 		
Nur Marissa Vee Senap	2019	A Review of Heuristics Evaluation Component for Mobile Educational Games [62].
Francisco Luna- Perejón	2019	Evaluation of user satisfaction and usability of a mobile app for smoking cessation [63].

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.2.4. Google Scholar

En la tabla 9 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos serios, extraídos de la base de datos electrónica Google Scholar. Los cuales a su vez se encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 9 Clasificación de documentos referentes a juegos serios – Google Scholar.

Autores	Año	Documento
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. 		

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Belén Anahi Amaro	2017	Desarrollo y evaluación de usabilidad de un juego "serio" utilizado en la enseñanza del comportamiento de la Bolsa de Valores y Cereales [64].
Gustavo Zurita	1999	Usabilidad de juegos educativos [65].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. 		
Yolima Sánchez Royo	2015	Metodología de Evaluación de Videojuegos Serios en Competencias Ciudadanas [66].
Neil Gordon	2016	Heuristic Evaluation for Serious Immersive Games and M-instruction [67].
Pablo Moreno-Ger	2012	Usability Testing for Serious Games: Making Informed Design Decisions with User Data [10].
Anara Olimpio	2020	Heuristic usability evaluation applied to educational games [68].
Estela Aparecida Oliveira Vieira	2019	Heuristic Evaluation on Usability of Educational Games: A Systematic Review [69].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Filiz Isleyen	2014	Evaluation of the Usability of a Serious Game Aiming to Teach Facial Expressions to Schizophrenic Patients [70].

Samiullah Paracha	2019	Usability Evaluation of a Serious Game Intervention on Japanese School Bullying [71].
Jiaqi Wang	2016	A usability assessment for a career planning educational video game [72].
Gabriela Trindade Perry	2012	Lessons from an Educational Game Usability Evaluation [73].
Hasiah Mohamed	2010	Development and potential analysis of Heuristic Evaluation for educational computer game (PHEG) [74].
Marcelo Barros Barbosa	2015	HEEG: Heuristic evaluation for educational games [75].

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la tabla 10 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos, extraídos de la base de datos electrónica Google Scholar. Los cuales a su vez se encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 10 Clasificación de documentos referentes a juegos – Google Scholar.

Autores	Año	Documento
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica.
Rosa Yáñez Gómez	2019	Evaluación Heurística de la usabilidad en contextos específicos [76].
José Miguel Chacón Araya	2017	Evaluación de usabilidad de juegos de video para casinos en plataformas móviles: conceptos y experiencias [77].
Gladys Castillo Aguirre	2020	Métodos de evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles [78].

Gabriel Elías Chanchí G.	2019	Criterios de usabilidad para el diseño e implementación de videojuegos [79].
Guilherme Theisen Schneider	2017	Evaluation of usability and gameplay of games on mobile platforms for young people on oncological treatment [80].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. 		
María Belén Armas Torres	2015	Técnicas de evaluación para videojuegos geolocalizados [81].
Camila Barboza Mendoza	2019	Heurísticas de Usabilidad para Mecánicas de Videojuegos [82].
Adriana Lorena Iñiguez Carrillo	2003	Evaluación de usabilidad de un ambiente virtual en 3D [83].
Nur Marissa Vee Senap	2019	A review of heuristics component for usability evaluation of mobile educational games [62].
Fernando Winckler Simor	2016	Usability evaluation methods for gesture-based games: A systematic review [84].
Sauli Laitinen	2010	Better games through usability evaluation and testing [85].
María Britain	2012	Usability evaluation for health video games: A library of inspection heuristics [86].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
ChePa Noraziah	2015	Usability evaluation of digital Malaysian traditional games [87].
Takeisha T. Young	2011	A usability analysis of video games: The development of assessment standards [88].

Carlos Miranda Palma	2007	Usabilidad en un juego de memorama con reconocimiento de voz para niños [89].
Michalis Xenos	2009	Games usability and learning – The civilization IV paradigm [90].

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.2.5. Springer Link

En la tabla 11 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos serios, extraídos de la base de datos electrónica Springer Link. Los cuales a su vez se encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 11 Clasificación de documentos referentes a juegos serios – Springer Link.

Autores	Año	Documento
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Geoffrey Hookham	2016	A concurrent Think Aloud study of engagement and usability in a serious game [91].
Tami Griffith	2019	A usability review of the learning master serious game in support of the US army Jumpmaster's course [92].
M Ariffi Mazeyanti	2016	Usability testing for culturally - Enhanced serious game [93].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos serios. 		

Rosa Yáñez Gómez	2017	Academic methods for usability evaluation of serious games: a systematic review [94].
Natalia Jerzak	2014	Serious games and heuristic evaluation - The cross-comparison of existing heuristic evaluation methods for games [95].
Jaison Dairon Ebertz Schmidt	2017	Usability evaluation methods for mobile serious games applied to health: a systematic review [96].
Xiao Wen Lin Gao	2019	A systematic literature review of usability evaluation guidelines on mobile educational games for primary school students [97].
B. Amaro	2019	A usability analysis of a serious game for teaching stock market concepts in secondary schools [98].
Madhuri Sasupilli	2019	Game design frameworks and evaluating techniques for educational games: A review [99].
Hasiah Mohamed Oma	2011	Usability of educational computer game (Usa-ECG): Applying analytic hierarchy process [100].
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos serios. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos serios. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego serio. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 		
Mathilde M. Bekker	2008	A comparison of two analytical evaluation methods for educational computer games for young children [101].
Sabiha Yeni	2019	Usability investigation of an educational mobile application for individuals with intellectual disabilities [102].

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la tabla 12 se muestran los documentos referentes a evaluaciones de usabilidad para juegos, extraídos de la base de datos electrónica Springer Link. Los cuales a su vez se encuentran agrupados según los criterios que cumplen.

Tabla 12 Clasificación de documentos referentes a juegos – Springer Link.

Autores	Año	Documento				
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 						
		André Luiz Satoshi Kawamoto	2013	Usability evaluation of an application designed for the older adults [103].		
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ Características de los instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados en juegos. 				
				Rosa Yanéz Gómez	2019	Heuristic usability evaluation on games: a modular approach [104].
				Daly Corrado	2017	Improving the usability in a video game through continuous usability evaluations [105].
Afke Donker	2005	A comparison of Think-aloud, questionnaires and interviews for testing usability with children [106].				
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de usabilidad para juegos. ✓ Instrumentos, técnicas o métodos de evaluación utilizados para evaluar juegos. ✓ El procedimiento para realizar la evaluación de usabilidad de un juego. ✓ Como se aplican los instrumentos, técnicas o métodos en un caso de aplicación práctica. 						
		Marcia de Borba Campos	2016	Usability, accessibility and gameplay heuristics to evaluate audio games for users who are blind [107].		
Seungkeun Song	2007	A new framework of usability evaluation for massively multi-player online game: Case study of “World of Warcraft” game [108].				

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3. Presentación de resultados

El proceso de la RSL se completó satisfactoriamente. Durante el proceso de la RSL, se definió el protocolo de la RSL, se identificó y seleccionó los estudios primarios, se realizó el proceso de extracción y síntesis de datos y, finalmente, se informan los resultados de este estudio, los mismos que se presentan a continuación.

2.3.1. Resultados de la búsqueda

El proceso de selección se inició con 466 documentos. Este proceso tuvo dos fases. En la primera fase, fue analizado el título y el resumen de cada documento siguiendo los criterios de inclusión y exclusión. Después de esta primera revisión, la lista de publicaciones se redujo a 424 documentos. Luego se realizó la segunda fase del proceso de selección, donde se analizó el texto completo de los trabajos y se respondió a las preguntas de calidad propuestas. Como resultado de esta segunda revisión, se excluyeron 343 documentos adicionales de la lista. Los estudios primarios se formaron por 81 artículos, que fueron analizados para extraer los datos (Ver figura 2).

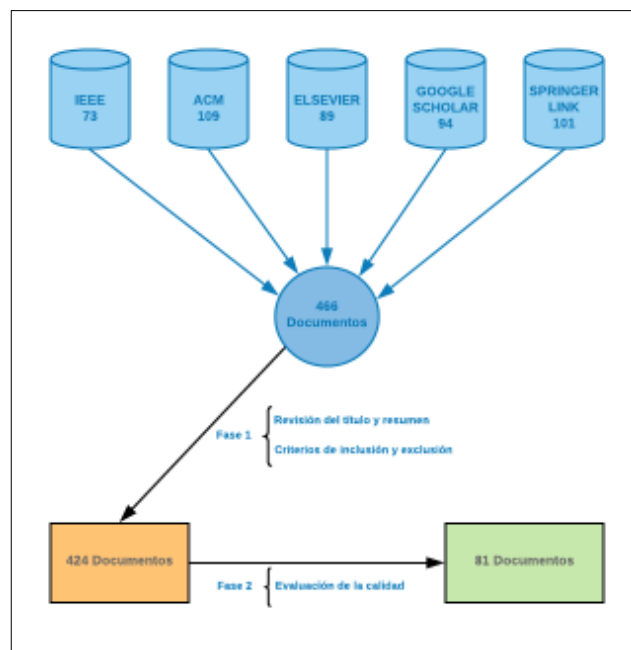


Figura 2 Proceso de selección de estudios.
Fuente: [Elaborado por el autor]

En el proceso de selección, la lista de publicaciones se agrupó de la siguiente manera: en primer lugar, los artículos obtenidos de cada base de datos consultada; en segundo lugar, el número de estudios diferentes que se recopilaron de cada base de datos, después de la primera fase. Finalmente, muestra el número de artículos que pasaron la fase 2 y se incluyeron como estudios primarios en esta RSL (Ver figura 3).

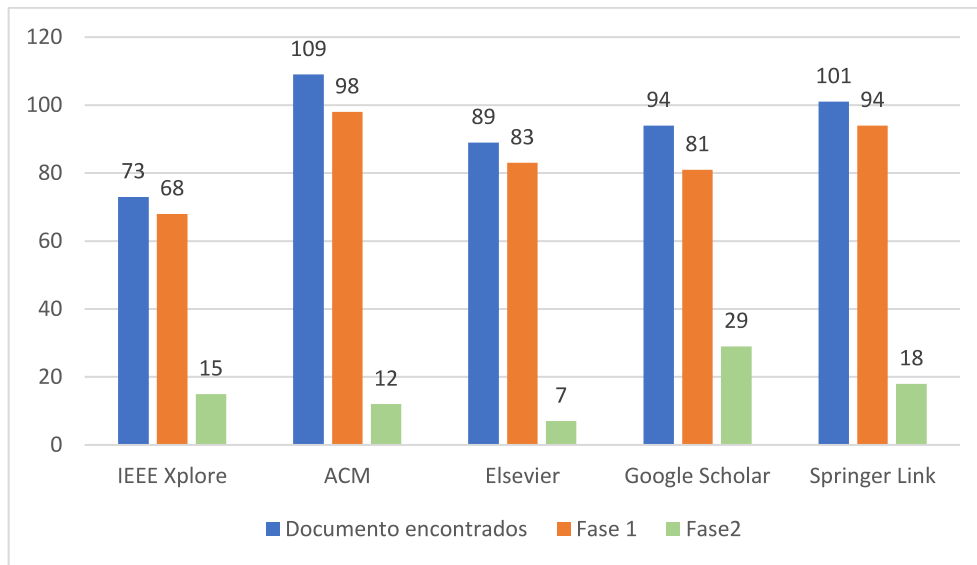


Figura 3 Evolución de estudios seleccionados por base de datos.
Fuente: [Elaborado por el autor]

En cuanto al porcentaje de estudios primarios proporcionados por cada base de datos electrónica, se encontró que el 36% pertenecen a Google Scholar. Siendo esta la base de datos electrónica que proporcionó más estudios primarios a esta RSL (Ver figura 4).

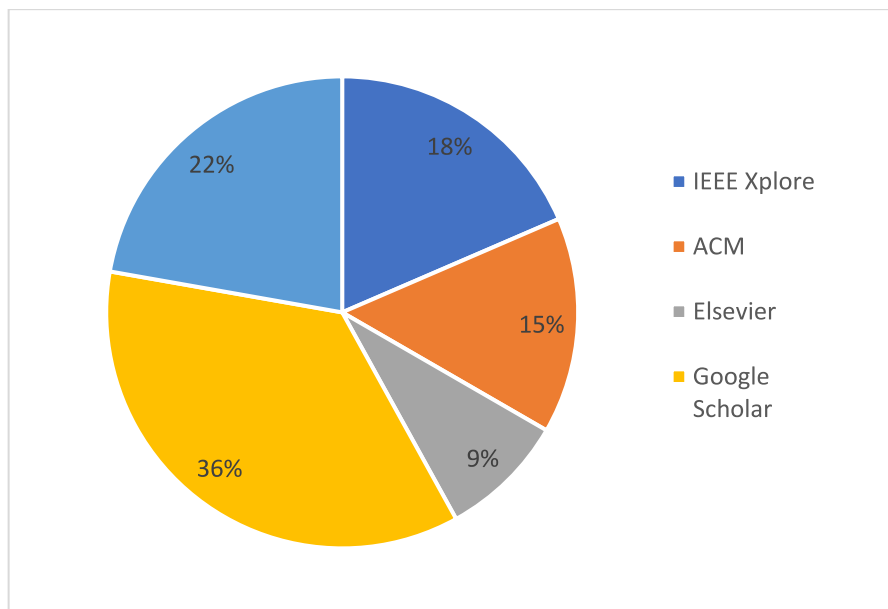


Figura 4 Porcentaje de estudios primarios proporcionados por cada base de datos.
Fuente: [Elaborado por el autor]

Con los estudios primarios obtenidos en la RSL, se obtiene el año de publicación de cada documento, con el fin de conocer los años en que fueron publicados los estudios primarios. Llama la atención el elevado número de publicaciones entre 2016 y 2019, ya que, son los años con mayor número de artículos publicados. Esto nos permite observar como el interés

por los juegos serios y su evaluación ha ido creciendo (Ver figura 5).

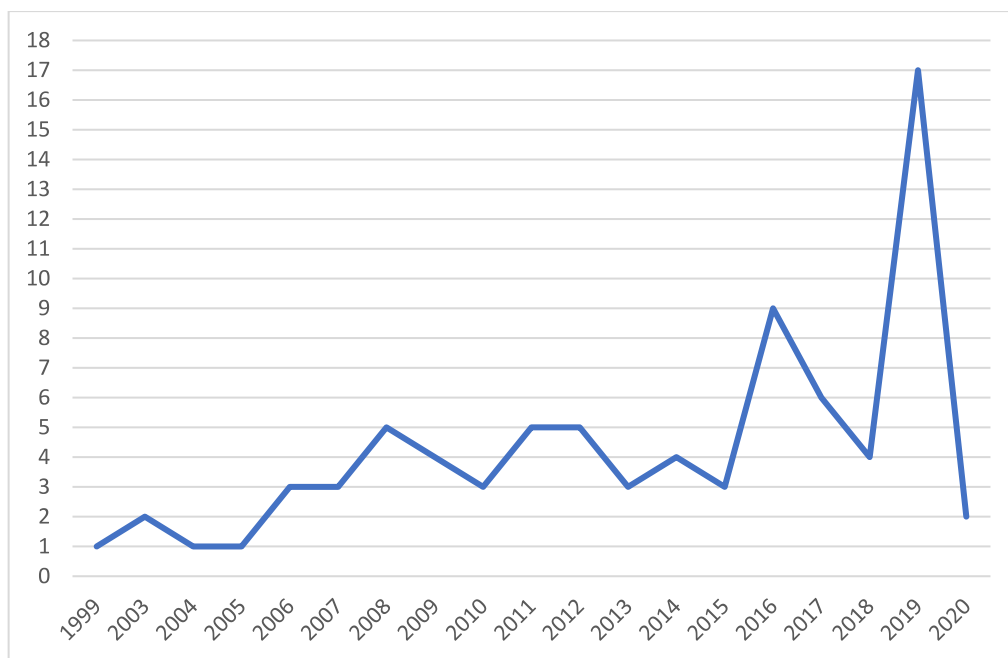


Figura 5 Número de documentos publicados de acuerdo con el año de publicación.
Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.2. Respuestas a las preguntas de investigación

En esta sección, se responderán las preguntas de investigación planteadas en la sección 2.1.2.

1. **PI1.** ¿Qué métodos, técnicas e instrumentos son utilizados para evaluar la usabilidad de los juegos y los juegos serios?

Para responder a esta pregunta, se analizó la información obtenida sobre las evaluaciones de usabilidad para juegos y juegos serios. Con el fin de verificar, cuáles son los métodos, técnicas e instrumentos usados para evaluar la usabilidad en los juegos y cuáles son usados en los juegos serios. Para así, conocer si se usan métodos, técnicas e instrumentos diferentes o están aplicando los mismos para ambos. Este análisis se muestra a continuación.

Métodos para evaluar la usabilidad de juegos y juegos serios

Con la información obtenida de los artículos encontrados en la RSL, se observa que los mismos métodos que se usan para evaluar la usabilidad de los juegos, son aplicados también en los juegos serios. Los métodos de evaluación de usabilidad se dividen en dos categorías las cuales son: evaluación centrada en expertos y evaluación centrada en el

usuario.

La evaluación centrada en expertos utiliza el método de inspección y la evaluación centrada en el usuario utiliza dos métodos de evaluación, los cuales son: método empírico o pruebas de usuario y método de indagación. Para estos métodos mencionados es necesario tener un sistema o prototipo real a ser evaluado. Con un enfoque más académico, también se encontraron los métodos predictivos, que ofrecen algunas predicciones sobre la usabilidad de un prototipo potencial y aún no existente. Para una mejor comprensión ver la figura 6.

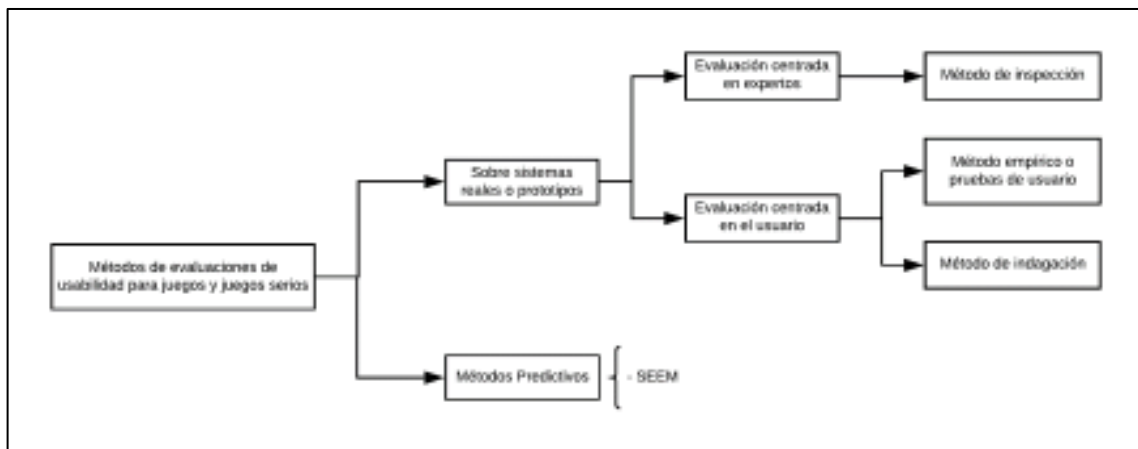


Figura 6 Métodos de evaluación de usabilidad para juegos y juegos serios.
Fuente: [Elaborado por el autor]

Técnicas para evaluar la usabilidad de juegos y juegos serios

Como se mencionó anteriormente, los métodos tienen técnicas que permiten realizar la evaluación de usabilidad. Muchas de las técnicas utilizadas en juegos, también son utilizadas en los juegos serios, para conocer estas técnicas se crearon las siguientes tablas que muestran toda la información.

Para una mejor organización y comprensión de las técnicas, se las clasificó según el método al que pertenecen. La tabla 13 y 14 muestran las técnicas encontradas para evaluar la usabilidad de los juegos y los juegos serios respectivamente.

Tabla 13 Clasificación de las técnicas, según el método de evaluación para juegos.

Método	Técnica	Estudio primario
Métodos de inspección	Evaluación heurística	(Desurvire H & Seif M, 2013), (Soomro S & Fatimah W, 2014), (Yi Hsuan & Chun Yi, 2012), (Pinelle D, Wong N & Stach T, 2008), (Karoulis A, 2006), (Rodio F & Bastien C, 2013), (Pinelle D, Wong N, Stach T & Gutwin C, 2009), (Desurvire H,

		Caplan M & Toth J, 2004), (Korhonen H & Koivisto E, 2007), (Vee N & Ibrahim R, 2019), (Malwade S, Styliadis C & Civit J, 2019), (Yañez R, 2019), (Barboza C, 2019), (Iñiguez A & García M, 2003), (Chacón J, 2017), (Castillo G, 2020), (Chanchí G & Gómez M, 2019), (Noraziah C, Nur A & Azizudin M, 2015), (Laitinen S, 2010), (Britain M & Bolchini D, 2012), (Yañez R, Font J, Cascado D & Sevillano J, 2019), (Corrado D, Zapata C & Paz F, 2017), (De borba M & Damasio J, 2016).
	Recorrido gráfico cognitivo	(Karoulis A, 2006).
	Registro de acciones	(Jegers K, 2008), (Papaloukas S, Patriarcheas K & Xenos M, 2009), (Xenos M, Papaloukas S & Kostaras N, 2009).
Métodos empíricos	Think Aloud	(Desurvire H & Seif M, 2013), (Papaloukas S, Patriarcheas K & Xenos M, 2009), (May J, 2019), (Fabiano F, Aedo I & Sánchez M, 2018), (Chacón J, 2017), (Miranda C, Camal R, Cen J & Gonzalez C, 2017), (Xenos M, Papaloukas S & Kostaras N, 2009), (Donker A & Markopoulos P, 2005).
	Observación	(Baalsrud J & Riedel J, 2012), (Chacón J, 2017), (Rogofski M, Ebertz J, Rieder R & Bertolletti A, 2016), (Theisen G & Ferrari D, 2017), (Takeisha T, 2011).
	Tutoría entre pares	(Höysniemi J, Hämäläinen P & Turkki L, 2003).
	Eye Tracking	(Chacón J, 2017).
	CoDiscovery	(Xenos M, Papaloukas S & Kostaras N, 2009).
	RITE	(Desurvire H & Seif M, 2013).
		(Jegers K, 2008), (Fabiano F, Aedo I & Sánchez M, 2018), (Mohd F, Noor M, Che E & Hasbullah S, 2016), (Baalsrud J & Riedel J, 2012), (Malwade S, Styliadis C & Civit J, 2019), (Yañez R, 2019),

Métodos de indagación	Cuestionario	(Armas M, 2015), (Iñiguez A & García M, 2003), (Chacón J, 2017), (Rogofski M, Ebertz J, Rieder R & Bertolletti A, 2016), (Laitinen S, 2010), (Theisen G & Ferrari D, 2017), (Takeisha T, 2011), (Xenos M, Papaloukas S & Kostaras N, 2009), (Satoshi A, Farinazzo V & Soares F, 2013), (Donker A & Markopoulos P, 2005), (Song S, Lee J & Hwang I, 2007).
	Entrevistas	(Rogofski M, Ebertz J, Rieder R & Bertolletti A, 2016), (Theisen G & Ferrari D, 2017), (Donker A & Markopoulos P, 2005).
	Grupos focales	(Jegers K, 2008), (Armas M, 2015).
Método predictivo	GOMS	(Rosyidah U, Haryanto H & Kardianawati A, 2019).

Fuente: [Elaborado por el autor]

Tabla 14 Clasificación de las técnicas, según el método de evaluación para juegos serios.

Método	Técnica	Estudio primario
Métodos de inspección	Evaluación heurística	(Mohamed H & Jaafar A, 2008), (Verkuyl M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Sánchez Y, 2006), (Vee N & Ibrahim R, 2019), (Isleyen F, Hakan K, Cinemre B & Kemal M, 2014), (Gordon N, Brayshaw M & Aljaber T, 2016), (Olimpio A & Notargiacomo P, 2020), (Mohamed H & Jaafar A, 2010), (Barros M, Barbosa A, De Medeiros I, 2015), (Oliveira E, Campos A & Ximenes R, 2019), (Yáñez R, Cascado D & Sevillano J, 2017), (Jerzak N & Rebelo F, 2014), (Wen Lin X, Murillo B & Paz F, 2019), (Amaro B, Mira E, Domínguez L & De Amato J, 2019), (Sasupilli M, Bokil P & Mokashi R, 2019), (Mohamed H, Jaafar A, 2011), (Bekker M, Baauw E & Berendregt W, 2008).
	Recorrido gráfico cognitivo	(Johnsen H, Fossum M, Vivekananda P, Fruhling A & Sletteb A, 2016).

	Listas de comprobación	(Amaro B & Mira E, 2017).
Métodos empíricos	Think Aloud	(Dagdag R, Mariano R & Atienza R, 2011), (Papaloukas S & Xenos M, 2008), (Verkuyl M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Isleyen F, Hakan K, Cinemre B & Kemal M, 2014), (Wang J, 2016), (Hookham G, Bewick B, Kay-Lambkin F & Nesbitt K, 2016), (Yáñez R, Cascado D & Sevillano J, 2017), (Ebertz J & Bertoletti A, 2017).
	Observación	(Mat N, Ismail M, Ahmad S & Khairulnizam M, 2010), (Ismail M, Mat N, Ahmad S, Mohamad N & Khairulnizam M, 2011), (Hussain A, Abdul N & Zaino A, 2014), (Seng W & Mat N, 2009), (Johnsen H, Fossum M, Vivekananda-Schmidt P, Fruhling A & Sletteb A, 2016), (Sánchez Y, 2006), (Zurita G, Sánchez J & Nussbaum M, 1999), (Paracha S, Clawson K, Mitsche N, Hall L & Jehanzeb S, 2019), (Trindade G, Costa C, Pinheiro E & Eichler M, 2012), (Ebertz J & Bertoletti A, 2017), (Ariffi M, Ahmad W, Fatimah W & Suziah S, 2016), (Yeni S, Cagiltay K & Karasu N, 2019).
	CoDiscovery	(Papaloukas S & Xenos M, 2008).
Métodos de indagación	Cuestionario	(Falcao I, Souza D, Araujo F & Seruffo M, 2019), (Tolentino G, Ventura A, Mendes M, Battaglini C & De Oliveria R, 2011), (Hussain A, Abdul N & Zaino A, 2014), (Hookham G, Nesbitt K & Kay-Lambkin F, 2016), (Seng W & Mat N, 2009), (Papaloukas S & Xenos M, 2008), (Johnsen H, Fossum M, Vivekananda P, Fruhling A & Sletteb A, 2016), (Savazzi F, Isernia S, Jonsdottir J, Di Tella S, Pazzi S & Baglio F, 2018), (Verkuyl M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Amaro B & Mira E, 2017), (Moreno P, Torrente J, Hsieh Y & Lester W, 2012), (Wang J, 2016), (Trindade G, Costa C, Pinheiro E & Eichler M, 2012), (Hookham G, Bewick B, Kay-Lambkin F & Nesbitt K, 2016), (Griffith T, Maraj C, Flynn J & Ablanado J, 2019), (Yáñez R, Cascado D & Sevillano J, 2017), (Ebertz J & Bertoletti A, 2017), (Ariffi M, Ahmad W, Fatimah W & Suziah S, 2016), (Wen Lin

		X, Murillo B & Paz F, 2019).
	Entrevistas	(Hussain A, Abdul N & Zaino A, 2014), (Seng W & Mat N, 2009), (Papaloukas S & Xenos M, 2008), (Johnsen H, Fossum M, Vivekananda P, Fruhling A & Sletteb A, 2016), (Verkuyl M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Zurita G, Sánchez J & Nussbaum M, 1999), (Trindade G, Costa C, Pinheiro E & Eichler M, 2012), (Amaro B, Mira E, Domínguez L & De Amato J, 2019).
	Grupos focales	(Paracha S, Clawson K, Mitsche N, Hall L & Jehanzeb S, 2019).
Métodos predictivos	SEEM	(Baauw E, Bekker M & Markopoulos P, 2006), (Bekker M, Baauw E & Berendregt W, 2008).

Fuente: [Elaborado por el autor]

Instrumentos para evaluar la usabilidad de juegos y juegos serios

Las técnicas usan instrumentos para realizar la evaluación de usabilidad. Los instrumentos encontrados en la RSL fueron solo para las técnicas de evaluación heurística y cuestionarios, ya que, estas técnicas usan instrumentos estandarizados a comparación de las otras técnicas que no las usan. Es por eso que nos centraremos en los instrumentos usados por las técnicas mencionadas.

Las tablas 15 y 16 muestran los instrumentos encontrados para evaluar la usabilidad de los juegos y los juegos serios respectivamente.

Tabla 15 Instrumentos encontrados para la evaluación heurística en los juegos.

Técnica	Instrumento	Estudio primario
Evaluación heurística	Heurísticas de Desurvire	(Desurvire H & Seif M, 2013), (Soomro S & Fatimah W, 2014), (Rodio F & Bastien C, 2013), (Desurvire H, Caplan M & Toth J, 2004), (Korhonen H & Koivisto E, 2007), (Malwade S, Styliadis C & Civit J, 2019).
	Heurísticas de Nielsen	(Yi Hsuan & Chun Yi, 2012), (Karoulis A, 2006), (Noraziah C, Nur A & Azizudin M, 2015), (Corrado D, Zapata C & Paz F, 2017).

	Heurísticas de Pinelle	(Pinelle D, Wong N & Stach T, 2008), (Pinelle D, Wong N, Stach T & Gutwin C, 2009), (Chanchí G & Gómez M, 2019).
	Heurísticas de Malone	(Iñiguez A & García M, 2003).
	Heurísticas combinadas	(Vee N & Ibrahim R, 2019), (Yañez R, 2019), (Barboza C, 2019), (Chacón J, 2017), (Castillo G, 2020), (Laitinen S, 2010), (Britain M & Bolchini D, 2012), (Yañez R, Font J, Cascado D & Sevillano J, 2019), (De borba M & Damasio J, 2016).
Cuestionario	SUS	(Fabiano F, Aedo I & Sánchez M, 2018), (Yañez R, 2019), (Iñiguez A & García M, 2003), (Theisen G & Ferrari D, 2017), (Song S, Lee J & Hwang I, 2007).
	NASA-TLX	(Yañez R, 2019).
	GEQ	(Armas M, 2015).
	Documentos referentes a los cuestionarios.	(Jegers K, 2008), (Mohd F, Noor M, Che E & Hasbullah S, 2016), (Baalsrud J & Riedel J, 2012), (Malwade S, Styliadis C & Civit J, 2019), (Chacón J, 2017), (Rogofski M, Ebertz J, Rieder R & Bertoletti A, 2016), (Laitinen S, 2010), (Takeisha T, 2011), (Xenos M, Papaloukas S & Kostaras N, 2009), (Satoshi A, Farinazzo V & Soares F, 2013), (Donker A & Markopoulos P, 2005)

Fuente: [Elaborado por el autor]

Tabla 16 Instrumentos encontrados para la evaluación heurística en los juegos serios.

Técnica	Instrumento	Estudio primario
Evaluación heurística	PHEG	(Mohamed H & Jaafar A, 2008), (Mohamed H & Jaafar A, 2010), (Sasupilli M, Bokil P & Mokashi R, 2019), (Mohamed H, Jaafar A, 2011).
	Heurísticas de Nielsen	(Isleyen F, Hakan K, Cinemre B & Kemal M, 2014), (Gordon N, Brayshaw M & Aljaber T, 2016),

		(Bekker M, Baauw E & Berendregt W, 2008).
	HEEG	(Barros M, Barbosa A, De Medeiros I, 2015), (Sasupilli M, Bokil P & Mokashi R, 2019).
	Heurísticas combinadas	(Verkuyl M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Sánchez Y, 2006), (Vee N & Ibrahim R, 2019), (Olimpio A & Notargiacomo P, 2020), (Oliveira E, Campos A & Ximenes R, 2019), (Yáñez R, Cascado D & Sevillano J, 2017), (Jerzak N & Rebelo F, 2014), (Wen Lin X, Murillo B & Paz F, 2019), (Amaro B, Mira E, Domínguez L & De Amato J, 2019).
	Malone	(Bekker M, Baauw E & Berendregt W, 2008).
Cuestionario	SUS	(Falcao I, Souza D, Araujo F & Seruffo M, 2019), (Tolentino G, Ventura A, Mendes M, Battaglini C & De Oliveria R, 2011), (Hookham G, Nesbitt K & Kay-Lambkin F, 2016), (Savazzi F, Isernia S, Jonsdottir J, Di Tella S, Pazzi S & Baglio F, 2018), (Moreno P, Torrente J, Hsieh Y & Lester W, 2012), (Wang J, 2016), (Hookham G, Bewick B, Kay- Lambkin F & Nesbitt K, 2016), (Griffith T, Maraj C, Flynn J & Ablanado J, 2019).
	SUMI	(Hussain A, Abdul N & Zaino A, 2014), (Moreno P, Torrente J, Hsieh Y & Lester W, 2012).
	Ad-hoc	(Savazzi F, Isernia S, Jonsdottir J, Di Tella S, Pazzi S & Baglio F, 2018).
	PSSUQ	(Johnsen H, Fossum M, Vivekananda P, Fruhling A & Sletteb A, 2016).
	QUIS	(Moreno P, Torrente J, Hsieh Y & Lester W, 2012).
	Documentos referentes a los cuestionarios	(Seng W & Mat N, 2009), (Papaloukas S & Xenos M, 2008), (Verkuyl M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Amaro B & Mira E, 2017), (Trindade G, Costa C, Pinheiro E & Eichler M, 2012), (Yáñez R, Cascado D & Sevillano J, 2017), (Ebertz J &

		Bertoletti A, 2017), (Ariffi M, Ahmad W, Fatimah W & Suziah S, 2016), (Wen Lin X, Murillo B & Paz F, 2019).
--	--	---

Fuente: [Elaborado por el autor]

2. PI2. ¿Qué características tienen los métodos, técnicas e instrumentos investigados en la pregunta 1?

El objetivo de esta pregunta es obtener una descripción general de los métodos, técnicas e instrumentos que los autores utilizan para evaluar la usabilidad de los juegos y juegos serios.

Características de los métodos para juegos y juegos serios

La evaluación centrada en expertos utiliza el método de inspección, el cual depende principalmente de la experiencia profesional de los expertos para completar la validación, lo que hace que todo el proceso sea más rápido y rentable. Este método no necesita del usuario final para evaluar un sistema, sino que, el experto es el encargado de revisar el juego y buscar posibles problemas de usabilidad, muchas veces los problemas encontrados suelen ser problemas de diseño del sistema. El experto se basa tanto en su conocimiento como en su experiencia para revisar el juego sistemáticamente e informar los resultados.

La evaluación centrada en los usuarios utiliza dos métodos de evaluación, los cuales son: métodos empíricos o pruebas de usuario y métodos de indagación, estos métodos a diferencia del método de inspección, el usuario final es el principal protagonista. Los métodos empíricos o pruebas de usuario se monitorean en función de las propias experiencias de los usuarios y los resultados de usabilidad reales. Este método se basa principalmente en la participación del usuario, con el objetivo de recopilar una retroalimentación relacionada con las experiencias, mientras se usa el software. En este método la prueba es conducida por un equipo evaluador comprendido por un moderador de la prueba y observadores. Los usuarios realizan varias tareas de usabilidad siguiendo las instrucciones del moderador y durante la sesión cada usuario sigue un protocolo específico.

El método de indagación tiene como objetivo, obtener alguna información en base a preguntas realizadas por el evaluador. En este método se habla con los usuarios, observándolos y obteniendo respuestas a preguntas verbales o escritas realizadas por el evaluador, por ello se requiere conocer los objetivos e indicadores del producto que va a ser evaluado.

Con un enfoque más académico, también se encontraron los métodos predictivos, que ofrecen algunas predicciones sobre la usabilidad de un prototipo potencial y aún no existente.

Características de las técnicas para juegos y juegos serios.

La tabla 17 resume las técnicas encontradas.

Tabla 17 Características de las técnicas encontradas.

Técnica	Características	Estudio primario
Evaluación heurística	En esta técnica, se utiliza una revisión de heurísticas previamente establecidas para verificar posibles problemas de usabilidad. Estas heurísticas son los criterios, para determinar los requisitos que debe cumplir el diseño para que el usuario final pueda comprenderlo y utilizarlo.	(Desurvire H & Seif M, 2013), (Soomro S & Fatimah W, 2014), (Yi Hsuan & Chun Yi, 2012), (Pinelle D, Wong N & Stach T, 2008), (Karoulis A, 2006), (Rodio F & Bastien C, 2013), (Pinelle D, Wong N, Stach T & Gutwin C, 2009), (Desurvire H, Caplan M & Toth J, 2004), (Korhonen H & Koivisto E, 2007), (Vee N & Ibrahim R, 2019), (Malwade S, Styliadis C & Civit J, 2019), (Yañez R, 2019), (Barboza C, 2019), (Iñiguez A & García M, 2003), (Chacón J, 2017), (Castillo G, 2020), (Chanchí G & Gómez M, 2019), (Noraziah C, Nur A & Azizudin M, 2015), (Laitinen S, 2010), (Britain M & Bolchini D, 2012), (Yañez R, Font J, Cascado D & Sevillano J, 2019), (Corrado D, Zapata C & Paz F, 2017), (De borba M & Damasio J, 2016), (Mohamed H & Jaafar A, 2008), (Verkuyl M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Sánchez Y, 2006), (Vee N & Ibrahim R, 2019), (Isleyen F, Hakan K, Cinemre B & Kemal M, 2014), (Gordon N, Brayshaw M & Aljaber T, 2016), (Olimpio A & Notargiacomo P, 2020), (Mohamed H & Jaafar A, 2010), (Barros M, Barbosa A, De Medeiros I, 2015), (Oliveira E, Campos A & Ximenes R, 2019), (Yañez R, Cascado D & Sevillano J, 2017), (Jerzak N & Rebelo F, 2014), (Wen Lin X, Murillo B & Paz F, 2019), (Amaro B, Mira E, Domínguez L & De Amato J, 2019), (Sasupilli

		M, Bokil P & Mokashi R, 2019), (Mohamed H, Jaafar A, 2011), (Bekker M, Baauw E & Berendregt W, 2008).
Recorrido gráfico cognitivo	La idea principal del recorrido gráfico cognitivo es presentar las tareas compatibles con la interfaz a un grupo de cuatro a seis expertos que desempeñarán el papel de posibles usuarios, para identificar cualquier posible deficiencia en el diseño de la interfaz.	(Karoulis A, 2006), (Johnsen H, Fossum M, Vivekananda P, Fruhling A & Sletteb A, 2016).
Registro de acciones	El objetivo de esta técnica es que incluye el registro de todas las actividades del usuario, mediante el uso de equipos especiales como cámaras, micrófonos y software de registro especializado.	(Jegers K, 2008), (Papaloukas S, Patriarcheas K & Xenos M, 2009), (Xenos M, Papaloukas S & Kostaras N, 2009).
Listas de comprobación	Esta técnica permite asegurar que los principios de usabilidad sean incluidos en el diseño y se basan en guías establecidas de diseño. Muchas de las veces esta técnica es combinada con otra.	(Amaro B & Mira E, 2017).
Think Aloud	Es una técnica en la que los usuarios expresan verbalmente sus pensamientos, sentimientos y opiniones mientras interactúan con el sistema.	(Desurvire H & Seif M, 2013), (Papaloukas S, Patriarcheas K & Xenos M, 2009), (May J, 2019), (Fabiano F, Aedo I & Sánchez M, 2018), (Chacón J, 2017), (Miranda C, Camal R, Cen J & Gonzalez C, 2017), (Xenos M, Papaloukas S & Kostaras N, 2009), (Donker A & Markopoulos P, 2005), (Dagdag R, Mariano R & Atienza R, 2011), (Papaloukas S & Xenos M, 2008), (Verkuyt M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Isleyen F, Hakan K, Cinemre B & Kemal M, 2014), (Wang J, 2016), (Hookham

		G, Bewick B, Kay-Lambkin F & Nesbitt K, 2016), (Yáñez R, Cascado D & Sevillano J, 2017), (Ebertz J & Bertolletti A, 2017).
Observación	La técnica de observación es la técnica de evaluación que recopila datos observando las experiencias de los usuarios con un producto. El objetivo de esta prueba es evaluar el diseño del juego, esta técnica arroja datos cuantitativos como cualitativos.	(Baalsrud J & Riedel J, 2012), (Chacón J, 2017), (Rogofski M, Ebertz J, Rieder R & Bertolletti A, 2016), (Theisen G & Ferrari D, 2017), (Takeisha T, 2011), (Mat N, Ismail M, Ahmad S & Khairulnizam M, 2010), (Ismail M, Mat N, Ahmad S, Mohamad N & Khairulnizam M, 2011), (Hussain A, Abdul N & Zaino A, 2014), (Seng W & Mat N, 2009), (Johnsen H, Fossum M, Vivekananda-Schmidt P, Fruhling A & Sletteb A, 2016), (Sánchez Y, 2006), (Zurita G, Sánchez J & Nussbaum M, 1999), (Paracha S, Clawson K, Mitsche N, Hall L & Jehanzeb S, 2019), (Trindade G, Costa C, Pinheiro E & Eichler M, 2012), (Ebertz J & Bertolletti A, 2017), (Ariffi M, Ahmad W, Fatimah W & Suziah S, 2016), (Yeni S, Cagiltay K & Karasu N, 2019).
Tutoría entre pares	Es una técnica aplicada a juegos para niños. En la tutoría entre pares, un niño actúa como tutor y le explica, con sus propias palabras, un producto digital a su amigo. Mientras un niño le enseña el producto a otro y mientras ese otro niño utiliza el producto al tiempo que le enseñan, los observadores reciben información valiosa sobre cómo los niños perciben y utilizan el producto.	(Höysniemi J, Hämäläinen P & Turkki L, 2003).

Eye Tracking	Se enfoca en la exploración visual de los jugadores. Mide los movimientos rápidos, las fijaciones, la dilatación de las pupilas y la cantidad de parpadeos. Esta técnica se utiliza principalmente para mejorar y sacar conclusiones sobre el diseño y la interfaz de los juegos.	(Chacón J, 2017).
CoDiscovery	Esta técnica tiene como objetivo que los usuarios intentan realizar tareas juntos mientras son observados. La diferencia de este método con respecto al pensamiento en voz alta es doble: la mayoría de las personas tienen a alguien más disponible para ayudar y la interacción entre los dos participantes puede aportar más información que un solo participante que exprese sus pensamientos.	(Xenos M, Papaloukas S & Kostaras N, 2009), (Papaloukas S & Xenos M, 2008).
RITE	Es una técnica que usa el pensamiento en voz alta. Una vez que el jugador identifica el problema, se soluciona, y las pruebas se reanudan iterativamente.	(Desurvire H & Seif M, 2013).
Cuestionarios	Es una fuente suplementaria de información. Se trata de un conjunto de preguntas sobre el sistema a evaluar, que es entregado por el evaluador a los usuarios, para que a partir de sus respuestas se obtengan conclusiones.	(Jegers K, 2008), (Fabiano F, Aedo I & Sánchez M, 2018), (Mohd F, Noor M, Che E & Hasbullah S, 2016), (Baalsrud J & Riedel J, 2012), (Malwade S, Styliadis C & Civit J, 2019), (Yañez R, 2019), (Armas M, 2015), (Iñiguez A & García M, 2003), (Chacón J, 2017), (Rogofski M, Ebertz J, Rieder R & Bertolletti A, 2016), (Laitinen S, 2010), (Theisen G & Ferrari D, 2017), (Takeisha T,

		<p>2011), (Xenos M, Papaloukas S & Kostaras N, 2009), (Satoshi A, Farinazzo V & Soares F, 2013), (Donker A & Markopoulos P, 2005), (Song S, Lee J & Hwang I, 2007), (Falcao I, Souza D, Araujo F & Seruffo M, 2019), (Tolentino G, Ventura A, Mendes M, Battaglini C & De Oliveria R, 2011), (Hussain A, Abdul N & Zaino A, 2014), (Hookham G, Nesbitt K & Kay-Lambkin F, 2016), (Seng W & Mat N, 2009), (Papaloukas S & Xenos M, 2008), (Johnsen H, Fossum M, Vivekananda P, Fruhling A & Sletteb A, 2016), (Savazzi F, Isernia S, Jonsdottir J, Di Tella S, Pazzi S & Baglio F, 2018), (Verkuyl M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Amaro B & Mira E, 2017), (Moreno P, Torrente J, Hsieh Y & Lester W, 2012), (Wang J, 2016), (Trindade G, Costa C, Pinheiro E & Eichler M, 2012), (Hookham G, Bewick B, Kay-Lambkin F & Nesbitt K, 2016), (Griffith T, Maraj C, Flynn J & Ablanado J, 2019), (Yáñez R, Cascado D & Sevillano J, 2017), (Ebertz J & Bertoletti A, 2017), (Ariffi M, Ahmad W, Fatimah W & Suziah S, 2016), (Wen Lin X, Murillo B & Paz F, 2019).</p>
Entrevistas	<p>La técnica de entrevista consiste en establecer una conversación entre el evaluador y el usuario. Durante esta conversación el evaluador formula a los usuarios una serie de preguntas relacionadas con el sistema.</p>	<p>(Rogofski M, Ebertz J, Rieder R & Bertoletti A, 2016), (Theisen G & Ferrari D, 2017), (Donker A & Markopoulos P, 2005), (Hussain A, Abdul N & Zaino A, 2014), (Seng W & Mat N, 2009), (Papaloukas S & Xenos M, 2008), (Johnsen H, Fossum M, Vivekananda P, Fruhling A & Sletteb A, 2016), (Verkuyl M, Romaniuk D & Mastrilli P, 2018), (Zurita G, Sánchez J & Nussbaum M, 1999), (Trindade G, Costa C, Pinheiro E & Eichler M, 2012), (Amaro B, Mira E, Domínguez L & De Amato J, 2019).</p>

Grupos focales	Es una técnica en la que el evaluador realiza una entrevista a un grupo de personas, con el fin de obtener alguna información en específico.	(Jegers K, 2008), (Armas M, 2015), (Paracha S, Clawson K, Mitsche N, Hall L & Jehanzeb S, 2019).
GOMS	Es una familia de modelos predictivos del desempeño humano, que se puede utilizar para mejorar la eficiencia de la interacción hombre-máquina identificando y eliminando acciones innecesarias del usuario. GOMS significa (Objetivos, Operadores, Métodos y Selección).	(Rosyidah U, Haryanto H & Kardianawati A, 2019).
SEEM	El modelo SEEM propuso un modelo de evaluación predictiva para evaluar juegos de computadora para niños, basados en la teoría de acción de Norman y el concepto divertido de Malone. Este modelo de prueba predictiva es barato de aplicar.	(Baauw E, Bekker M & Markopoulos P, 2006), (Bekker M, Baauw E & Berendregt W, 2008).

Fuente: [Elaborado por el autor]

Características de los instrumentos para juegos y juegos serios

Para conocer las características de los instrumentos para juegos y juegos serios, se crean la tabla 18 y 19 que muestran los instrumentos para la evaluación heurística y cuestionarios respectivamente.

Tabla 18 Características de los instrumentos para la evaluación heurística.

Instrumento	Características	Estudio primario
Heurísticas de Desurvire	Desurvire es el creador de las heurísticas para la usabilidad de la jugabilidad (experiencia del usuario), estableció 50 heurísticas	(Desurvire H & Seif M, 2013), (Soomro S & Fatimah W, 2014), (Rodio F & Bastien C, 2013), (Desurvire H, Caplan M & Toth J, 2004), (Korhonen H & Koivisto E, 2007),

	para aspectos como: los objetivos, la estrategia, la consistencia del mundo creado, la conexión emocional, la inmersión, la terminología, entre otros.	(Malwade S, Styliadis C & Civit J, 2019).
Heurísticas de Nielsen	Las reglas generales establecidas por Jakob Nielsen proponen identificar los distintos problemas de usabilidad. Estas 10 reglas están establecidas, en su mayoría, para el diseño de páginas web, permitiendo a los creadores publicar una página que sea amable con los usuarios. Pero hay muchos autores que las usan para evaluar juegos.	(Yi Hsuan & Chun Yi, 2012), (Karoulis A, 2006), (Noraziah C, Nur A & Azizudin M, 2015), (Corrado D, Zapata C & Paz F, 2017), (Isleyen F, Hakan K, Cinemre B & Kemal M, 2014), (Gordon N, Brayshaw M & Aljaber T, 2016), (Bekker M, Baauw E & Berendregt W, 2008).
Heurísticas de Pinelle	Estas 10 heurísticas se centran específicamente en la usabilidad del juego y se basa en un análisis estructurado del problema de usabilidad de una gran cantidad de juegos.	(Pinelle D, Wong N & Stach T, 2008), (Pinelle D, Wong N, Stach T & Gutwin C, 2009), (Chanchí G & Gómez M, 2019).
Heurísticas de Malone	Estas heurísticas se aplican a interfaces de usuario más generales, muchas de las heurísticas son apropiadas para algunas personas en algunas situaciones y deben aplicarse con cuidado. Existen 3 categorías: desafíos, fantasía y curiosidad.	(Iñiguez A & García M, 2003), (Bekker M, Baauw E & Berendregt W, 2008).
PHEG	Se crearon 43 heurísticas, las mismas que se dividen en cinco aspectos de juegos educativos; interfaz, educativo / pedagógico, contenido, multimedia y jugabilidad. Estas heurísticas se	(Mohamed H & Jaafar A, 2008), (Mohamed H & Jaafar A, 2010), (Sasupilli M, Bokil P & Mokashi R, 2019), (Mohamed H, Jaafar A, 2011).

	centran en un juego de computadora educativo, con el objetivo de identificar los problemas en el juego digital.	
HEEG	Se crearon 36 heurísticas, las cuales se basan en un estudio sobre una serie de heurísticas existentes como: HEP, PLAY, Game Flow y también los Criterios para el Diseño de Juegos Educativos de Computadora de Nicola Whitton. Estas heurísticas fueron creadas para evaluar la usabilidad de los juegos serios.	(Barros M, Barbosa A, De Medeiros I, 2015), (Sasupilli M, Bokil P & Mokashi R, 2019).

Fuente: [Elaborado por el autor]

Tabla 19 Características de los instrumentos para los cuestionarios.

Instrumento	Característica	Estudio primario
SUS	El objetivo de este instrumento es evaluar la usabilidad de un software. El cuestionario SUS (Escala de usabilidad del sistema) está compuesto de 10 ítems que se calificarán en una escala Likert de 5 puntos, donde 5 significa completamente de acuerdo y 1 significa completamente en desacuerdo. El cuestionario SUS se convirtió en un método estándar para el análisis de usabilidad de software.	(Fabiano F, Aedo I & Sánchez M, 2018), (Yañez R, 2019), (Iñiguez A & García M, 2003), (Theisen G & Ferrari D, 2017), (Song S, Lee J & Hwang I, 2007), (Falcao I, Souza D, Araujo F & Seruffo M, 2019), (Tolentino G, Ventura A, Mendes M, Battaglini C & De Oliveria R, 2011), (Hookham G, Nesbitt K & Kay-Lambkin F, 2016), (Savazzi F, Isernia S, Jonsdottir J, Di Tella S, Pazzi S & Baglio F, 2018), (Moreno P, Torrente J, Hsieh Y & Lester W, 2012), (Wang J, 2016), (Hookham G, Bewick B, Kay-Lambkin F & Nesbitt K, 2016), (Griffith T, Maraj C, Flynn J & Ablanado J, 2019).
NASA-TLX	Es un instrumento subjetivo que propone un procedimiento de valoración de la carga mental desde una perspectiva	(Yañez R, 2019).

	<p>multidimensional, y que otorga una puntuación global de la carga de trabajo a partir de la media ponderada de las puntuaciones de las seis subescalas siguientes: exigencia de tipo mental, exigencia de tipo físico, exigencia temporal, esfuerzo y nivel de frustración.</p>	
GEQ	<p>Captura la experiencia de juego basado en una serie de elementos (como el afecto positivo, competencia, inmersión, flujo y desafío). Tiene una estructura modular compuesta por: un cuestionario básico, un módulo de presencia social y un módulo post-juego. Además de estos módulos, se desarrolló una versión in-game del GEQ.</p>	(Armas M, 2015).
SUMI	<p>SUMI es un método basado en encuestas para medir la usabilidad del software.</p> <p>Utiliza un cuestionario de 50 ítems que hace uso de cinco subescalas definidas para: eficiencia, afecto, amabilidad, Control y Capacidad de aprendizaje. Este cuestionario se basa en una escala de actitud.</p>	(Hussain A, Abdul N & Zaino A, 2014), (Moreno P, Torrente J, Hsieh Y & Lester W, 2012).
Ad-hoc	<p>Más que un cuestionario es una encuesta que se la usa para obtener información del usuario final. Se lo usa para recabar información y se lo aplica antes de que el usuario use el software.</p>	(Savazzi F, Isernia S, Jonsdottir J, Di Tella S, Pazzi S & Baglio F, 2018).

PSSUQ	Es un cuestionario basado en la norma ISO 9241-11. PSSUQ tiene 3 sub-puntuaciones derivadas de subconjuntos de las 16 preguntas, que reflejan la utilidad del sistema, la calidad de la información y la calidad de la interfaz.	(Johnsen H, Fossum M, Vivekananda P, Fruhling A & Sletteb A, 2016).
QUIS	Es una herramienta de prueba de usabilidad diseñada para medir la satisfacción subjetiva del usuario de la computadora con la interfaz de la computadora.	(Moreno P, Torrente J, Hsieh Y & Lester W, 2012).

Fuente: [Elaborado por el autor]

3. PI3. ¿Cómo se aplican los métodos, técnicas e instrumentos utilizados para evaluar la usabilidad de los juegos y los juegos serios?

Con esta pregunta se conocerá como se aplican los métodos, las técnicas y los instrumentos, es decir, el proceso que siguen para que se pueda realizar la evaluación de usabilidad de los juegos y los juegos serios.

¿Cómo se aplican los métodos en los juegos y juegos serios?

Tabla 20 Cómo se aplican los métodos en los juegos y juegos serios

Método	Cómo se aplica
Método de inspección	Los métodos de inspección son realizados por expertos en usabilidad, los mismos que se encargan de hacer una inspección del diseño de la interfaz. Durante este proceso identifican errores y problemas de diseño.
Métodos empíricos o pruebas de usuario	Los métodos empíricos o pruebas de usuario son realizados por usuarios finales. Esto quiere decir que son pruebas basadas en la experiencia real de los usuarios. Durante este proceso, el usuario realiza tareas específicas en el juego y el evaluador analiza los resultados, con el fin de determinar si la interfaz brinda el apoyo necesario, para que los usuarios realicen estas tareas.

Método de indagación	Los métodos de indagación se los realiza directamente al usuario final y tienen como objetivo, obtener alguna información en base a preguntas realizadas por el evaluador. En estos métodos se habla con los usuarios, observándolos y obteniendo respuestas a preguntas verbales o escritas realizadas por el evaluador.
Método predictivo	Como se mencionó anteriormente, el método predictivo solo se lo menciona con un enfoque más académico, ya que, en la RSL no se encontraron aplicaciones de este método.

Fuente: [Elaborado por el autor]

¿Cómo se aplican las técnicas en los juegos y juegos serios?

Tabla 21 Cómo se aplican las técnicas en los juegos y juegos serios

Técnica	Proceso	Cantidad de personas
Evaluación heurística	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cada evaluador utiliza el juego individualmente durante 1 a 2 horas. En este tiempo inspecciona el juego. Para ello se basa en un conjunto de heurísticas, que le permite registrar de la manera más clara posible el problema de usabilidad detectado. 2. Los evaluadores estiman la severidad de los problemas encontrados. 3. Se entrega la lista de las heurísticas con los problemas detectados al moderador. 	3 a 5 expertos.
Recorrido gráfico cognitivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear una lista de tareas que el experto debe realizar en el juego. 2. Los expertos realizan cada una de las tareas. Durante este proceso el experto utilizará su sentido cognitivo para realizar esas tareas. 3. El experto debe documentar los resultados. 	3 a 5 expertos.
Registro de acciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se le da una lista con las tareas que debe realizar el experto. 	3 a 5 expertos.

	<p>2. Se registra todas las actividades mediante el uso de equipos especiales como cámaras, micrófonos y software de registro especializado.</p> <p>3. Se presentan los resultados.</p>	
Listas de comprobación	<p>1. Se establece la lista de comprobación que se va a utilizar para inspeccionar los atributos y la interfaz del usuario.</p> <p>2. Se registran los problemas que se encuentren.</p> <p>3. Se presentan los resultados.</p>	3 a 5 expertos.
Think aloud	<p>1. A los usuarios, se les da acceso al juego y un conjunto de tareas que deben realizar.</p> <p>2. Antes de comenzar la prueba, se pide a los usuarios que realicen tareas y expresen sus pensamientos en voz alta, además de que describan lo que está pasando y porque hacen o no hacen las cosas.</p> <p>3. Se recolectan y analizan los resultados.</p>	5 usuarios.
Observación	<p>1. Se realiza una lista de tareas.</p> <p>2. Mientras el usuario realiza las tareas, con una cámara de video se graba lo que está pasando en la pantalla del usuario, la interacción y navegación en el juego.</p> <p>2. El moderador va anotando todos los comentarios que realiza el usuario y lo que va viendo.</p> <p>3. Al finalizar la evaluación, el usuario debe contestar un cuestionario.</p>	5 usuarios variando la edad, el género y escolaridad.
Tutoría entre pares	<p>1. Se les facilita el juego, a los niños que los van a utilizar.</p> <p>2. Un niño actúa como tutor y le explica, con sus propias palabras, el juego a su compañero.</p> <p>3. Mientras un niño le enseña el producto a otro y mientras ese otro niño utiliza el producto al tiempo que le enseñan, los observadores reciben información valiosa sobre cómo los niños perciben y utilizan el producto.</p> <p>4. Se presentan los resultados.</p>	6 a 10 usuarios.

Eye Tracking	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza una lista de tareas que debe realizar el usuario. 2. Mientras el usuario realiza las tareas, con cámaras especiales que proyectan rayos infrarrojos hacia los ojos del jugador, se registra todo el movimiento ocular. 3. Después de recolectar todos los datos se realiza un análisis de resultados. 	5 usuarios.
CoDiscovery	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza una lista de tareas. 2. Mientras 2 usuarios realizan las tareas juntos, con una cámara de video se graba lo que está pasando en la pantalla del usuario, la interacción y navegación en el juego. 2. El moderador va anotando todos los comentarios que realizan los usuarios y lo que van viendo. 3. Al finalizar la evaluación, los usuarios deben contestar un cuestionario. 	5 usuarios variando la edad, el género y escolaridad.
RITE	<ol style="list-style-type: none"> 1. A los usuarios, se les da acceso al juego y un conjunto de tareas que deben realizar. 2. Antes de comenzar la prueba, se pide a los usuarios que realicen tareas y expresen sus pensamientos en voz alta, además de que describan lo que está pasando y porque hacen o no hacen las cosas. 3. Una vez identificado el problema, se soluciona y las pruebas se reanudan después de la solución. 	5 usuarios.
Cuestionarios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se le da al usuario una lista de tareas que deberá realizar en el juego. 2. Después de haber terminado todas las tareas, se le da al usuario un cuestionario para que lo complete. 	Si el cuestionario se aplica con otra técnica se recomiendan 15 usuarios, si solamente se aplica el cuestionario se recomiendan 30

		usuarios.
Entrevistas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza una lista de tareas. 2. Se entrega la lista de tareas al usuario, para que él las realice en el juego. 3. Después de haber terminado todas las tareas se realiza una entrevista sobre los problemas o experiencias del usuario. 	Si la entrevista se aplica con otra técnica se recomienda 5 usuarios, si solamente se aplica la entrevista se recomienda 30 usuarios.
Grupos focales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza una lista de tareas. 2. El usuario deberá realizar las tareas indicadas en la lista mencionada anteriormente. 3. Después de haber terminado todas las tareas, se hace una reunión con todos los usuarios que utilizaron el juego. 4. En la reunión, los usuarios expresan los problemas o experiencias que tuvieron al utilizar el juego. 	Si la entrevista se aplica con otra técnica se recomienda 5 usuarios, si solamente se aplica la entrevista se recomienda 30 usuarios.
GOMS	GOMS es una familia de modelos predictivos del desempeño humano que se puede utilizar para mejorar la eficiencia de la interacción hombre-máquina identificando y eliminando acciones innecesarias del usuario.	N/A
SEEM	El modelo SEEM propuso un modelo de evaluación predictiva para evaluar juegos de computadora para niños basados en la teoría de acción de Norman y el concepto divertido de Malone.	N/A

Fuente: [Elaborado por el autor]

¿Cómo se aplican los instrumentos en los juegos y juegos serios?

Tabla 22 Cómo se aplican los instrumentos de evaluación heurística en juegos y juegos serios.

Instrumento	Proceso	Cantidad de personas
Heurísticas de Desurvire	<p>1. Cada evaluador utiliza el juego individualmente durante 1 o 2 horas. En este tiempo inspecciona el juego. Para ello se basa en un conjunto de heurísticas, que le permite registrar de la manera más clara posible, el problema de usabilidad detectado.</p> <p>2. Los evaluadores estiman la severidad de los problemas encontrados.</p> <p>3. Se entrega la lista de las heurísticas con los problemas detectados al moderador.</p>	3 a 5 expertos
Heurísticas de Nielsen		
Heurísticas de Pinelle		
Heurísticas de Malone		
PHEG		
HEEG		

Fuente: [Elaborado por el autor]

Tabla 23 Cómo se aplican los instrumentos de cuestionario en juegos y juegos serios.

Instrumento	Proceso	Cantidad de personas
SUS	<p>1. Se le da al usuario una lista de tareas que deberá realizar en el juego.</p> <p>2. Después de haber terminado todas las tareas, se le da al usuario un cuestionario para que lo complete.</p>	<p>Si el cuestionario se aplica con otra técnica se recomiendan 15 usuarios, si solamente se aplica el cuestionario se recomiendan 30 usuarios.</p>
NASA-TLX		
GEQ		
SUMI		
Ad-hoc		
PSSUQ		
QUIS		

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.4. Resumen del capítulo 2

En este capítulo se describió el proceso utilizado para llevar a cabo la revisión sistemática de la literatura, es decir, las preguntas de investigación, las estrategias de búsqueda, la selección del estudio, los criterios de inclusión y exclusión, la evaluación de la calidad, la recopilación de los datos y la forma en que se van a analizar los mismos. También se presentaron los documentos que se encontraron en la ejecución de la RSL, los mismos, que fueron clasificados, según la base de datos y los criterios para su análisis.

Los estudios primarios se formaron por 81 artículos, que fueron utilizados para extraer la información, de los cuales, se obtuvo una descripción general y la clasificación de los métodos, técnicas e instrumentos utilizados para evaluar la usabilidad de los juegos y los juegos serios. Además, con la información obtenida se logró responder a las preguntas de investigación planteadas.

CAPÍTULO 3

3. CREACIÓN Y APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

En esta sección, se crea la propuesta del instrumento de evaluación de usabilidad para juegos serios, mediante la adaptación de los instrumentos encontrados y se lo aplica a un proyecto de desarrollo de un juego serio. Se desarrolló un instrumento para la técnica de evaluación heurística y uno para cuestionarios.

3.1. Creación de la propuesta de instrumentos de evaluación

3.1.1. Caso de estudio

Como se describió anteriormente, el proyecto de investigación consiste en crear un instrumento de evaluación de usabilidad para juegos serios, mediante la adaptación de los instrumentos encontrados. Por lo cual, se realizó una revisión sistemática de la literatura sobre los métodos, técnicas e instrumentos utilizados para evaluar la usabilidad de juegos y juegos serios. Con el fin de conocer si se usan métodos, técnicas e instrumentos diferentes o están aplicando los mismos para ambos. La RSL estaba centrada solo en los instrumentos, pero fue necesario expandirlo, ya que, para encontrar los instrumentos era necesario conocer sus técnicas y para llegar a las técnicas se debían conocer los métodos.

En base a los datos obtenidos de esta RSL, se pudo observar y corroborar que los instrumentos existentes no cubren en su totalidad las características propias de los juegos serios. Ya que, en las publicaciones encontradas los autores utilizan los mismos métodos, técnicas e instrumentos para evaluar los juegos y los juegos serios. Sin tomar en cuenta que un juego serio tiene características, que deben ser tomadas en cuenta en la evaluación y al aplicarse los instrumentos que no cubren dichas características, la evaluación de usabilidad puede fallar.

Es por eso que, con la información obtenida de la RSL y las características propias de los juegos serios, se propone un instrumento válido que permita realizar la evaluación de usabilidad de estos juegos, tanto para la técnica de evaluación heurística como cuestionarios. Para aplicar estos instrumentos se tomó como caso de estudio, el juego serio titulado “*El tesoro de ser politécnico*”, el mismo que fue desarrollado en el laboratorio ISEAsy de la FIS, como parte del proyecto de titulación, “*Un juego serio para fomentar principios éticos e historia de la EPN*”.

3.1.2. Propuesta del instrumento para la técnica de evaluación heurística

La evaluación heurística es una técnica que pertenece al método de inspección, la cual, es realizada por usuarios expertos, los mismos, que se encargan de examinar la interfaz y juzgar el cumplimiento de las heurísticas. El objetivo de esta técnica es la identificación de cualquier problema de usabilidad o infracción que pueda tener un efecto perjudicial en el usuario, al momento de interactuar con el sistema. Nielsen y Molich [109] describieron a la técnica como rápida, económica, intuitiva, no requiere de una planificación anticipada y puede ser usada en cualquier fase del proceso de desarrollo.

Análisis de los instrumentos para la evaluación heurística

Como se mencionó anteriormente, existen varios instrumentos utilizados en la técnica de evaluación heurística, pero ninguno desarrollado exclusivamente para los juegos serios, es decir, no cubren todas las características propias que posee un juego serio. Las características según [24]–[26], son las siguientes: objetivos serios, visualización de la historia, visualización del mundo, visualización del personaje, técnicas de gamificación, game play, arte / estética de interfaz y multimedia. Es por eso que, se propone un instrumento para la técnica de evaluación heurística, la misma, que cumple con evaluar las características propias de los juegos serios, mediante la adaptación de los instrumentos existentes.

Para lo cual, se comenzó realizando un análisis gap [110], que consiste en comparar el estado actual “dónde estamos o qué se tiene” y el estado objetivo “dónde queremos estar o qué queremos tener”. Para este caso, se hizo una comparación de los instrumentos que obtuvimos de la revisión sistemática de la literatura, con las características propias de los juegos serios, con el fin de obtener el vacío o la brecha que existe, en cada uno de los instrumentos analizados (Ver tabla 24).

Tabla 24 Análisis gap de los instrumentos, para la técnica de evaluación heurística.

Heurística	Objetivos Serios	Visualización de la historia	Visualización del mundo	Visualización del personaje	Técnicas de gamificación	Game play	Arte/Estética de interfaz	Multimedia
Nielsen [109]	NA	NA	NA	NA	NA	-	+	NA
Malone [111]	-	+	+	+	+	NA	-	-
Federoff [112]	NA	-	-	-	+	+	+	-
Desurvire (HEP) [52]	NA	+	NA	+	+	+	+	-
Desurvire (PLAY) [113]	NA	+	+	+	+	+	+	-
Korhonen [53]	NA	-	NA	NA	+	+	+	NA
Pinelle [49]	NA	NA	NA	NA	-	-	+	-
PHEG [74]	+	NA	NA	NA	-	+	+	+
HEEG [75]	+	NA	NA	NA	-	+	+	-

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la tabla 24, la simbología significa lo siguiente:

- “-”: significa que los instrumentos abarcan las características mínimamente.
- “+”: significa que los instrumentos abarcan las características mayormente.
- “NA”: significa que los instrumentos no abarcan esas características.

Con la información obtenida de la tabla 24, se puede observar que el vacío o la brecha existente (círculo rojo), se encuentra en las características de: objetivos serios, visualización de la historia, visualización del mundo y visualización del personaje, es decir, la mayoría de los instrumentos encontrados no cubren las características mencionadas. Para ver con más detalle el análisis (Ver Anexo 5. Matriz comparativa).

Propuesta del instrumento para la evaluación heurística

La propuesta del instrumento para la técnica de evaluación heurística se crea, mediante la adaptación de los instrumentos encontrados y tomando en cuenta las brechas existentes, con el fin, de crear un instrumento que cumpla con todas las características de los juegos serios (Ver Anexo 3. Instrumentos para heurísticas). Las brechas existentes fueron complementadas, con las heurísticas centradas en los objetivos serios, propuestas por Nicola Whitton y Albion [114], [115]. Para la parte de visualización de la historia, mundo y

personaje se complementó con las heurísticas propuestas por Song y Lee [116].

El instrumento propuesto para la técnica de evaluación heurística consta de 44 heurísticas, las cuales, se muestran a continuación:

Tabla 25 Instrumento propuesto para la técnica de evaluación heurística.

Categoría	Característica de la categoría	Heurística	Recurso
Objetivos serios	Curiosidad	La información educativa del juego puede complementarse cuando el conocimiento existente del usuario es: incompleto, inconsistente o poco parsimonioso.	Malone
		El desafío del juego es apropiado y estimula la curiosidad del jugador.	N. Whitton
		Las actividades en el juego son interesantes y atractivas.	PHEG
	Apoya el aprendizaje activo	Las actividades realizadas fomentan la exploración, la resolución de problemas y la investigación.	N. Whitton
		Los objetivos del juego se alinean con los objetivos de aprendizaje.	N. Whitton
		El juego se adapta con la temática de estudio.	N. Whitton
	Proporciona una experiencia equitativa	El juego brinda la capacidad de trabajar al propio ritmo del jugador.	PHEG
	Apoya el autoaprendizaje	El juego apoya las habilidades de autoaprendizaje.	Albion
		El juego es un medio para aprender mientras se realizan las actividades.	Albion
	Visualización de la historia	Metáfora en la historia	La historia del juego incorpora metáforas con sistemas físicos u otros que el usuario ya conoce.
Inmersión en la historia del juego		La historia del juego se entiende como una única visión consistente.	HEP
		La historia del juego fomenta la inmersión del jugador.	PLAY

		La historia del juego transporta al jugador a un nivel de participación personal emocional (miedo, amenaza, emoción, recompensa, castigo) y visceralmente (sonidos del entorno).	HEP
Visualización del mundo	Consistencia en el mundo del juego	El mundo del juego reacciona ante el jugador y recuerda su paso por él.	PLAY
		Los cambios que el jugador hace en el mundo del juego son persistentes y notables si retrocede a donde ha estado antes.	PLAY Nielsen
	Metáforas en el mundo	El mundo del juego incorpora metáforas con sistemas físicos u otros que el usuario ya conoce.	Malone Song & Lee
Visualización del personaje	Control del personaje	El jugador tiene un sentido de control sobre su personaje y es capaz de utilizar tácticas y estrategias.	HEP
	Metáforas en el personaje.	El personaje del juego incorpora metáforas con sistemas físicos u otros que el usuario ya conoce.	Malone Song & Lee
Técnicas de gamificación	Niveles y recompensas.	Los controles son intuitivos y están mapeados de forma natural; están predeterminados en la configuración estándar de la industria.	HEP PLAY
		El juego tiene múltiples objetivos.	Federoff
		El juego debe dar recompensas.	Federoff
Game play	Juego Duradero	Los jugadores encuentran el juego divertido, sin tareas repetitivas o aburridas.	PLAY
		Los jugadores no deben perder ninguna posesión ganada con esfuerzo.	PLAY
		El juego es largo y duradero y mantiene el interés de los jugadores.	PLAY
	Estrategia y ritmo	El desafío, la estrategia y el ritmo están en equilibrio.	Federoff
		El juego es fácil de aprender y difícil de dominar.	Federoff
	Metas	Proporciona objetivos claros, presenta el objetivo primordial desde el principio, así como los objetivos a corto plazo durante todo el juego.	Federoff

Arte/Estética de interfaz	Documentación / Tutorial	El jugador no necesita leer el manual o la documentación para jugar.	Pinelle Nielsen HEP PLAY Federoff PHEG HEEG
		El jugador no necesita acceder al tutorial para jugar.	Pinelle Nielsen HEP PLAY Federoff PHEG HEEG
	Retroalimentación	Un jugador siempre debe poder identificar su puntuación / estado y objetivo en el juego.	Pinelle Nielsen HEP PLAY Federoff PHEG HEEG
		El juego proporciona retroalimentación y reacciona de manera consistente, inmediata, desafiante y emocionante a las acciones de los jugadores. Proporcionando una apropiada retroalimentación auditiva / visual / visceral (música, efectos de sonido).	Pinelle Nielsen HEP PLAY Federoff PHEG HEEG
	Diseño de la pantalla	El diseño de la pantalla es visualmente agradable (en el diseño del controlador, el color, la tipografía, el diálogo y la interfaz de usuario).	Pinelle Nielsen HEP PLAY Federoff PHEG HEEG
		Maximiza la consistencia y se ajusta a los estándares.	Pinelle Nielsen HEP PLAY Federoff PHEG HEEG
	Navegación	El jugador experimenta la interfaz de usuario/navegación HUD (información que en todo momento se muestra en pantalla durante la partida, generalmente en forma de íconos y números. El HUD suele mostrar el número de vidas, puntos, nivel de salud y armadura, mini mapa, y otros, dependiendo del juego.) como lógica y minimalista.	Pinelle Nielsen HEP PLAY Federoff PHEG HEEG
	Prevención de errores	Al iniciar el juego, el jugador tiene suficiente información para comenzar.	HEP PLAY Federoff
		Los jugadores deben recibir ayuda sensible al contexto mientras juegan para que no se atasquen y necesiten	Pinelle Nielsen HEP PLAY Federoff

		confiar en un manual para obtener ayuda.	PHEG HEEG
	Control	Los controles del juego son consistentes dentro del juego y siguen las convenciones estándar.	Pinelle Nielsen HEP PLAY Federoff PHEG HEEG
Multimedia	Multimedia aceptable	El uso de elementos multimedia es aceptable.	PHEG HEP
		La combinación de elementos multimedia es adecuada	PHEG
		Idoneidad de los elementos multimedia para un uso específico.	PHEG
	Calidad de los elementos	No hay demasiados elementos multimedia en una pantalla.	PHEG
		El uso de elementos multimedia apoya de manera significativa el texto proporcionado.	HEP PLAY PHEG
		La calidad de los elementos multimedia (texto, imagen, animación, vídeo y sonido) utilizados es aceptable.	Pinelle HEP PLAY Federoff PHEG HEEG
		El uso de elementos multimedia mejora la presentación de la información.	PHEG

Fuente: [Elaborado por el autor]

Para poder calificar la severidad de los problemas de usabilidad encontrados, utilizando el instrumento propuesto, se utilizó la escala de severidad propuesta por Nielsen en [117]. Ya que esta escala se caracteriza por ser simple, fácil de entender y aplicar [118]. A esta escala se le hizo una pequeña adaptación, puesto que, era necesario aumentar la severidad N/A. Debido a que, hay escenarios donde no se aplicarían todas las categorías, por ejemplo, si se está evaluando el login del juego, la categoría de objetivos serios, visualización de la historia, mundo y personaje no aplicarían, ya que estas categorías evalúan los aspectos del juego y el login tiene que ver más con la categoría de interfaz y multimedia (Ver tabla 26).

Tabla 26 Escala de severidad. Fuente: [117]

Escala de severidad	
Severidad	Significado
0	No es considerado, en su totalidad, un problema de usabilidad.
1	Problema apenas estético: no necesita ser modificado, al menos que haya tiempo disponible.
2	Problema menor de usabilidad: la solución de ese problema deberá tener baja prioridad.
3	Problema mayor de usabilidad: es importante resolverlo, para eso deberá ser dado alta prioridad
4	Catástrofe de usabilidad: es obligatorio resolverlo, antes de que el producto sea divulgado.
N/A	No aplica. Use esta severidad cuando sea necesario.

3.1.3. Propuesta del instrumento para la técnica de cuestionario

El cuestionario es una técnica que pertenece al método de indagación, el cual, es centrado en el usuario. Se trata de un conjunto de preguntas sobre el sistema a evaluar, que es entregado a los usuarios, para que a partir de sus respuestas se obtengan conclusiones. Los cuestionarios son utilizados para obtener información directa, sobre como un usuario usa el sistema y cuál fue su satisfacción de uso [119]. El uso combinado de los métodos de evaluación se considera necesario, ya que, la investigación realizada por MacQuaid & Bishop [120], ha demostrado que la combinación de la evaluación centrada en expertos, con la evaluación centrada en el usuario arroja resultados óptimos.

Análisis de los instrumentos para la técnica de cuestionario

En la técnica de cuestionarios, los instrumentos existentes tampoco cubren todas las características propuestas por [24]–[26]. Es por eso que, se realiza un instrumento para la técnica de cuestionario que cumpla con evaluar todas las características propias de los juegos serios, mediante la adaptación de los instrumentos existentes encontrados.

Al igual que en el análisis de los instrumentos para la evaluación heurística, aquí también se realizó el mismo proceso. Se comenzó con un análisis gap, con el fin de obtener el vacío o la brecha que existe, en cada uno de los instrumentos (Ver tabla 27).

Tabla 27 Análisis gap de los instrumentos, para la técnica de cuestionarios.

Cuestionarios	Objetivos Serios	Visualización de la historia	Visualización del mundo	Visualización del personaje	Técnicas de gamificación	Multimedia	Game play	Arte/Estética de interfaz
SUS [121]	NA	NA	NA	NA	NA	NA	+	+
SUMI [122]	NA	NA	NA	NA	NA	NA	+	+
Ad-hoc [123]	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PSSUQ [124]	NA	NA	-	-	-	NA	+	+
CSUQ [125]	NA	NA	-	-	-	NA	+	+
QUIS [126]	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	+
Nasa-TLX [127]	NA	NA	NA	NA	NA	NA	+	-
GEQ [128]	NA	+	NA	NA	+	NA	+	-

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la tabla 27, la simbología significa lo siguiente:

- “-”: significa que los instrumentos abarcan las características mínimamente.
- “+”: significa que los instrumentos abarcan las características mayormente.
- “NA”: significa que los instrumentos no abarcan esas características.

Con la información obtenida de la tabla 27, se puede observar que el vacío o la brecha existente (círculo rojo), se encuentra en las características de: objetivos serios, visualización de la historia, visualización del mundo, visualización del personaje, técnicas de gamificación y multimedia. Para ver con más detalle el análisis (Ver Anexo 5. Matriz comparativa).

Propuesta del instrumento para la técnica de cuestionario

Esta propuesta es creada, mediante la adaptación de los instrumentos encontrados para la técnica de cuestionarios y tomando en cuenta las brechas existentes, con el fin, de tener un instrumento que cumpla con todas las características de los juegos serios (Ver Anexo 4. Instrumentos para cuestionario). Las brechas existentes fueron complementadas, con las preguntas del cuestionario MEEGA+, propuesto por Christiane Von en [129], el cual,

está centrado en las características de objetivos serios y técnicas de gamificación. Para las características de visualización de la historia, mundo y personaje se complementó con las preguntas del cuestionario GEQ [128]. El instrumento propuesto para la técnica de cuestionario consta de 30 preguntas, las cuales, se muestra a continuación:

Tabla 28 Instrumento propuesto, para la técnica de cuestionarios.

Categoría	Características de la categoría	Pregunta	Recurso
Objetivos serios	Relevancia	El contenido del juego es relevante para mis intereses.	MEEGA+
		Para mí está claro cómo se relacionan los contenidos del juego con lo que quiere enseñar.	MEEGA+
		Este juego es un método de enseñanza adecuado para el tema que se quiere aprender.	MEEGA+
		Prefiero aprender con este juego que aprender a través de otras formas (por ejemplo, otros métodos de enseñanza).	MEEGA+
	Aprendizaje percibido	El juego contribuyó a mi aprendizaje en el tema que trató.	MEEGA+
		El juego permitió un aprendizaje eficiente en comparación con otras actividades de aprendizaje.	MEEGA+
Visualización de la historia.	Inmersión	Estaba interesado en la historia del juego.	GEQ
		Me sentí imaginativo con la historia.	GEQ
Visualización del mundo.	Consistencia en el mundo del juego	Los cambios que hice en el mundo del juego son persistentes y notables si retrocedo a donde he estado.	GEQ
	Metáforas en el mundo	Las metáforas utilizadas en el mundo del juego se relacionaron con cosas que ya conozco.	GEQ
Visualización del personaje.	Control del personaje	He sentido control sobre el personaje y he sido capaz de utilizar tácticas y estrategias.	GEQ
	Metáforas en el personaje.	Las metáforas utilizadas en el personaje del juego se relacionaron con cosas que ya conozco.	GEQ
Técnicas de gamificación	Desafío	Este juego es un desafío apropiado para mí.	MEEGA+

		El juego proporciona nuevos desafíos (ofrece nuevos obstáculos, situaciones o variaciones) a un ritmo apropiado.	MEEGA+
		El juego no se vuelve monótono a medida que avanza (tareas repetitivas o aburridas).	MEEGA+
Game Play	Estrategia y ritmo	Es evidente que se han tenido plenamente en cuenta las necesidades de los usuarios.	SUMI
		Ha habido momentos en el uso de este juego en los que me he sentido bastante tenso.	SUMI SUS
		Creo que me gustaría usar este juego con frecuencia.	SUS PSSUQ CSUQ
		No tuve dificultad al momento de aprender a utilizar nuevas funciones en el juego.	SUMI SUS CSUQ
		No se requirieron demasiados pasos para que algo funcione.	SUMI SUS CSUQ
Arte/Estética de interfaz	Diseño de la pantalla	Las palabras en pantalla son fáciles de leer.	QUIS SUS
		Los diseños de pantalla facilitan las tareas.	QUIS
		Los elementos de la pantalla son fáciles de seleccionar.	QUIS
		La organización de los menús parece bastante lógica.	SUMI SUS
	Terminología e información del sistema	Se entendieron los términos utilizados en todo el juego.	QUIS SUS
		Fueron útiles los mensajes de error.	QUIS
	Prevención de errores	Siempre que cometo un error al utilizar el juego, me recupero fácil y rápidamente.	PSSUQ CSUQ
		La información (mensajes en pantalla y otra documentación) proporcionada con este juego fue clara.	PSSUQ CSUQ
Multimedia	Multimedia aceptable	El uso de elementos multimedia mejora la presentación de la información.	QUIS

		La calidad de los elementos multimedia (texto, imagen, animación, vídeo y sonido) utilizados es aceptable.	QUIS
--	--	--	------

Fuente: [Elaborado por el autor]

Para que cada usuario pueda completar el cuestionario propuesto e indicar su apreciación, se utilizó una escala Likert de 5 puntos donde:

- 1 significa “Total Desacuerdo”.
- 2 significa “En Desacuerdo”.
- 3 significa “Neutro”.
- 4 significa “De Acuerdo”.
- 5 significa “Total Acuerdo”

También se agregó el N/A, en el caso que el usuario crea que la pregunta no aplica con el juego serio evaluado.

Para saber cuál es el porcentaje de usabilidad, con el que se puede determinar si el juego serio es usable o no, se utilizó la puntuación de la escala de usabilidad del sistema (SUS), propuesta por John Brooke en [121]. En el que se menciona que, si el puntaje obtenido es inferior a 68, entonces probablemente haya problemas serios con la usabilidad del software. Si la puntuación obtenida está por encima de 68, la usabilidad del software es aceptable, además SUS brinda 3 calificaciones para determinar la usabilidad del juego serio, los cuales son:

- **Rangos de aceptación:** Se le asignan los valores de “Aceptable”, cuando la puntuación obtenida de la evaluación está por encima del 70, “No aceptable”, cuando está por debajo del 50 y “Marginal”, cuando está entre 50 y 70 (Ver figura 7).
- **Escala de calificaciones:** A la puntuación de la evaluación se le da una calificación, si está por encima del 90 es “A=Excelente”, si está entre 80 y 89 es “B=Sobresaliente”, si está entre 70 y 79 es “C=Notable”, entre 60 y 69 es “D=Bien” y si es menor a 59 es “F=Suspenso” (Ver figura 7).
- **Clasificaciones de adjetivos:** A cada puntuación obtenida de la evaluación se le da un adjetivo: “Peor imaginable”, si la puntuación obtenida en la evaluación está en la media de 25; “Pobre”, si la puntuación obtenida en la evaluación está en la media de 39.17; “Ok”, si la puntuación obtenida en la evaluación está en la media

de 52.01; “Buena”, si la puntuación obtenida en la evaluación está en la media de 72.75; “Excelente”, si la puntuación obtenida en la evaluación está en la media de 85.58; “Mejor imaginable”, si la puntuación obtenida en la evaluación es igual a 100 (Ver figura 7).

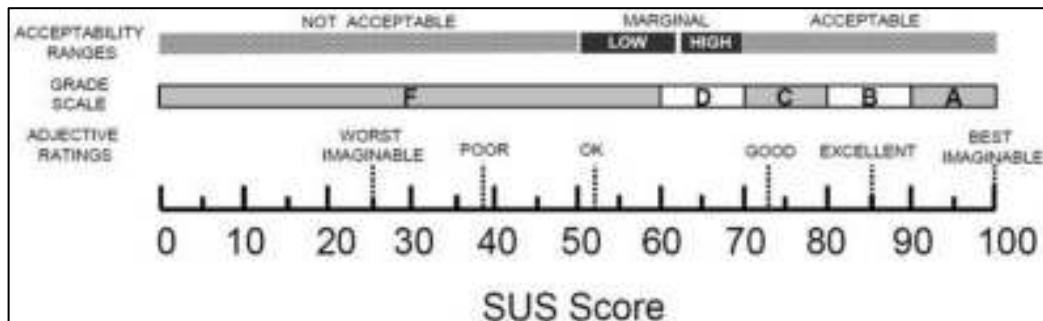


Figura 7 Puntuación SUS. Fuente: [130]

3.2. Aplicación de la propuesta de los instrumentos de evaluación

La propuesta del instrumento creado tanto para la técnica de evaluación heurística como para la técnica del cuestionario fue aplicado al proyecto de desarrollo del juego serio, “EL TESORO DE SER POLITÉCNICO”. El cual, está diseñado con el propósito de fomentar los principios éticos e historia de la EPN de una manera atractiva y divertida, la misma que se ambienta en el campus de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), donde el jugador puede recorrer el campus politécnico y conocer los hitos históricos, personajes icónicos y su código de ética, con el objetivo de alcanzar el gran tesoro “SER POLITÉCNICO” (Ver figura 8).



Figura 8 Interfaz del juego serio “El tesoro de ser politécnico”.

La versión más reciente del juego serio “El tesoro de ser politécnico” se encuentra en el siguiente enlace: <https://epn-game.now.sh/>. Además, este juego serio fue tomado en cuenta para realizar la evaluación de usabilidad, puesto que, cumplimos con el objetivo de evaluar un proyecto de desarrollo de un juego serio, del laboratorio ISEAsy de la FIS.

Para llevar a cabo la evaluación de usabilidad del juego serio, aplicando los instrumentos propuestos, se siguió el protocolo planteado por Abhay Rautela en [131] (Ver figura 9).

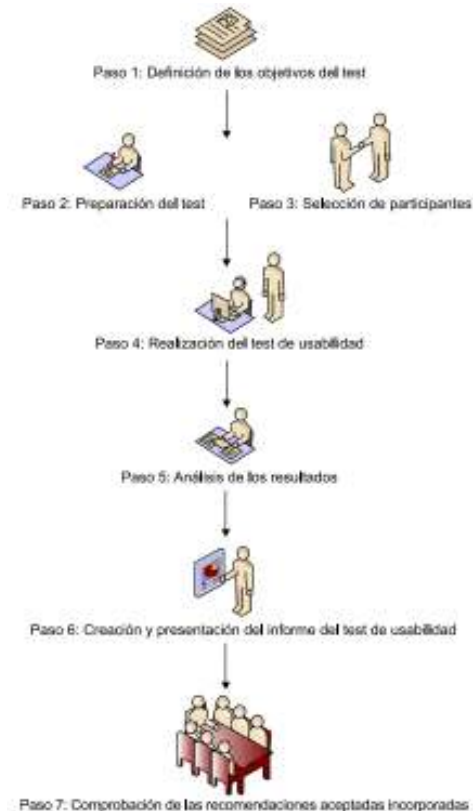


Figura 9 Protocolo para realizar la evaluación de usabilidad. Fuente: [131]

3.2.1. Evaluación heurística

Se realizó la evaluación de usabilidad del juego serio “El tesoro de ser politécnico”, utilizando como instrumento las heurísticas propuestas. A continuación, se describe el proceso de la evaluación. Para ver el informe completo (Ver Anexo 6.1. Informe evaluación heurística_Prob. Graves y Anexo 6.2. Informe evaluación heurística_Prob. Leves).

Definición de los objetivos de la evaluación

- Utilizar las heurísticas propuestas, como instrumento de evaluación de usabilidad para el juego serio “El tesoro de ser politécnico”.
- Encontrar los problemas de diseño, mediante el uso de las heurísticas propuestas, aplicadas por los evaluadores expertos.

Preparación de la evaluación

Antes de comenzar con la evaluación, se preparó la documentación correspondiente que fue entregada a cada evaluador experto. Esta documentación consta de los siguientes documentos, que se describen a continuación: manual del juego, documento de consentimiento, instrucciones del evaluador experto y la hoja de evaluación con las heurísticas propuestas.

Selección de participantes

La evaluación heurística es una técnica para evaluar la usabilidad, normalmente llevada a cabo por evaluadores expertos. Los estudios realizados por Nielsen en [109], [117] muestran que un número entre 3 y 5 evaluadores es suficiente para encontrar alrededor del 75% de los problemas de usabilidad. Si la evaluación se realiza con menos de 3 evaluadores, muchos problemas de usabilidad quedarían sin detectar, y usar más de 5 aumentaría el costo de la evaluación sin ofrecer resultados justificables. En este caso se ha optado por utilizar 3 evaluadores expertos, ya que, como se menciona en [117], usar 3 evaluadores nos permite detectar un 75% de los problemas de usabilidad, de los cuales, el 42% son problemas de diseño graves y el 33% son problemas menores de usabilidad.

En cuanto al perfil de los evaluadores, aunque no es necesario que sean expertos en usabilidad, diversos estudios han demostrado que cuanto más experiencia tengan, más problemas podrán encontrar [132]. Es por eso que, se seleccionaron 2 ingenieros y un PhD con experiencia en realizar evaluaciones heurísticas, todos con relación a la EPN (Ver tabla 29).

Tabla 29 Lista de evaluadores expertos.

Rol	Nombre
Evaluador 1	PhD. Julián Galindo
Evaluador 2	Ing. Paola Guamaní
Evaluador 3	Ing. Carlos Gutiérrez

Fuente: [Elaborado por el autor]

Realización de la evaluación de usabilidad

La evaluación de usabilidad del juego serio “El tesoro de ser politécnico”, comenzó con una reunión planificada con: los evaluadores expertos, el desarrollador del juego serio, el moderador y la directora de tesis (Ver figura 10). En donde, se trataron puntos sobre cómo se llevaría a cabo la evaluación.



Figura 10 Reunión planificada con evaluadores expertos

Después, cada evaluador firmó el documento de consentimiento, para poder comenzar con la evaluación de usabilidad; e ingresaron a la versión más reciente del juego serio. Adicionalmente, se les pidió a los evaluadores que grabaran en video, todo el proceso de la evaluación, utilizando el programa Loom (<https://www.loom.com/>). Se realizó una lista de 14 tareas (Ver tabla 30), que los evaluadores expertos, debían ir realizando en el juego serio, estas tareas se realizaron, con el fin de que los evaluadores inspeccionaran todo el juego serio.

Tabla 30 Tareas para completar en el juego serio.

Tareas	Subtareas	Nombre de la escena
T1. Ingresar al juego serio como miembro EPN.	1.1. Registrarse en el juego como miembro EPN, completando los datos que se solicitan.	Escena acceso para miembros EPN.
	1.2. Seleccionar un avatar para la cuenta del jugador.	Escena de selección de avatar.
T2. Acceder a los ajustes del juego.	2.1. Apagar el sonido desde los ajustes del juego.	Escena ajustes del juego.
T3. Acceder a las tablas de puntuaciones.	3.1. Visualizar los puntajes de las tablas de puntuación.	Escena de top mejor politécnico.
T4. Actualizar datos del perfil del jugador.	4.1. Acceder al perfil del jugador.	Escena perfil del jugador.
	4.2. Cambiar el nombre del jugador y guardar los cambios.	Escena de actualización de datos.
	4.3. Cambiar la contraseña del jugador y guardar los cambios.	Formulario de actualización de contraseña.

T5. Visitar la zona administrativa.	5.1. Acceder al mapa de la EPN.	Escena mapa de la EPN.
	5.2. Visualizar el video con el relato de la historia de la EPN.	Escena del video del relato de la historia de la EPN.
	5.3. Visitar el mapa de la zona administrativa.	Escena mapa de la zona administrativa.
	5.4. Seleccionar un punto del mapa de la zona administrativa.	Escena mapa de la zona administrativa.
T6. Jugar el minijuego de la biblioteca general.	6.1. Iniciar el minijuego de la biblioteca general.	Escena mapa de la zona administrativa.
	6.2. Leer las instrucciones del minijuego.	Escena minijuego el ahorcado.
	6.3. Comenzar a jugar el minijuego.	Escena minijuego el ahorcado.
	6.4. Interactuar con el teclado virtual del minijuego.	Escena minijuego el ahorcado.
	6.5. Ver el resumen del minijuego.	Escena minijuego el ahorcado.
T7. Jugar el minijuego del Vicerrectorado.	7.1. Iniciar el minijuego del Vicerrectorado.	Escena mapa de la zona administrativa.
	7.2. Leer las instrucciones del minijuego.	Escena minijuego politrivia.
	7.3. Comenzar a jugar el minijuego.	Escena minijuego politrivia.
	7.4. Interactuar con las posibles respuestas de las trivias del minijuego.	Escena minijuego politrivia.
	7.5. Ver el resumen del minijuego.	Escena minijuego politrivia.
T8. Jugar el minijuego del Museo EPN.	8.1. Iniciar el minijuego del Museo EPN.	Escena mapa de la zona administrativa.
	8.2. Leer las instrucciones del minijuego.	Escena minijuego poli museo.
	8.3. Comenzar a jugar el minijuego.	Escena minijuego poli museo.
	8.4. Interactuar con los bloques con letras del minijuego.	Escena minijuego poli museo.
	8.5. Ver el resumen del minijuego.	Escena minijuego poli museo.
T9. Jugar el minijuego del Teatro.	9.1. Iniciar el minijuego del Teatro.	Escena mapa de la zona administrativa.
	9.2. Leer las instrucciones del minijuego.	Escena minijuego poli tonada.
	9.3. Comenzar a jugar el minijuego.	Escena minijuego poli tonada.
	9.4. Interactuar con los botones de colores: azul, rosado y verde del minijuego.	Escena minijuego poli tonada.
	9.5. Ver el resumen del minijuego.	Escena minijuego poli tonada.
T10. Jugar el minijuego del Rectorado	10.1. Iniciar el minijuego del Rectorado.	Escena mapa de la zona administrativa.
	10.2. Leer las instrucciones del minijuego.	Escena minijuego contra el tiempo.
	10.3. Comenzar a jugar el minijuego.	Escena minijuego contra el tiempo.
	10.4. Interactuar con las opciones de respuesta de las preguntas del minijuego.	Escena minijuego contra el tiempo.
	10.5. Ver el resumen del minijuego.	Escena minijuego contra el tiempo.
T11. Acceder al menú de pausa de los minijuegos.	11.1. Comenzar a jugar cualquier minijuego.	Escena mapa de la zona administrativa.
	11.2. Pausar y reanudar el minijuego mientras se está jugando.	Escena menú de pausa.
	11.3. Pausar y reiniciar el minijuego mientras se	Escena menú de

	está jugando.	pausa.
	11.4. Pausar y apagar o encender el sonido del minijuego mientras se está jugando.	Escena menú de pausa.
	11.5. Pausar y acceder a las instrucciones del minijuego mientras se está jugando.	Escena menú de pausa.
	11.6. Pausar y salir del minijuego mientras se está jugando.	Escena menú de pausa.
T12. Explorar el mundo virtual de la zona administrativa.	12.1 Mover el avatar por el mundo virtual.	Escena mundo virtual.
	12.2. Entrar al edificio administrativo.	Escena mundo virtual.
T13. Iniciar un minijuego del edificio administrativo.	13.1. Seleccionar el departamento de Consejo Politécnico.	Escena edificio administrativo.
	13.2. Iniciar el minijuego.	Escena minijuego el ahorcado.
	13.3. Salir del minijuego.	Escena minijuego el ahorcado.
T14. Acceder a la poli mochila del mundo virtual.	14.1 Interactuar con el contenido de la poli mochila.	Escena edificio administrativo.

Fuente: [Elaborado por el autor]

A cada evaluador se le hizo llegar el documento de evaluación, con las heurísticas propuestas (Ver Anexo 7. Lista de Heurísticas_Evaluador). En este documento, el evaluador iba comprobando y registrando los hallazgos, después de haber realizado cada tarea. Cada evaluador inspeccionó el diseño del juego serio, de forma independiente, siguiendo cada heurística y determinando la gravedad de los problemas encontrados. Adicionalmente, el evaluador agregó observaciones de los problemas encontrados y recomendaciones para resolver los mismos.

Después de haber realizado la evaluación de usabilidad del juego serio, “El tesoro de ser politécnico”, cada evaluador envió su evaluación al correo electrónico del moderador, junto con la grabación del video y el documento de consentimiento.

Análisis de los resultados

La evaluación realizada por los expertos tuvo una duración promedio de 1 hora 20 minutos, cada evaluador iba realizando una tarea y seguidamente completando la hoja de evaluación con las heurísticas propuestas. Estas evaluaciones fueron enviadas al moderador, para que él, sea el encargado de analizar los hallazgos, reportar los problemas y recomendaciones dadas por los expertos. Se clasificó el número total de problemas, por la severidad dada por el experto (Ver tabla 31).

Tabla 31 Número de problemas encontrados

Severidad	Descripción	Número de problemas
0	No son considerados problemas de usabilidad.	1407
1	Problemas apenas estéticos, no necesitan ser modificados, al menos que haya tiempo disponible.	14
2	Problemas menores de usabilidad: la solución de ese problema deberá tener baja prioridad.	8
3	Problemas mayores de usabilidad: es importante resolverlos, para eso deberá ser dado alta prioridad.	17
4	Catástrofe de usabilidad: es obligatorio resolverlo, antes de que el producto sea divulgado.	7
N/A	La categoría de la heurística no aplica con la tarea que se está evaluando.	382

Fuente: [Elaborado por el autor]

Se realizaron 2 informes, en el primero se presentaron los problemas graves, es decir, los que fueron estimados con severidad 3 y 4. Se encontraron 24 problemas graves, de los cuales, 17 con severidad 3 y 7 con severidad 4. Los mismos que deberán ser solucionados por el desarrollador obligatoriamente (Ver Anexo 6.1. Informe evaluación heurística _ Prob. Graves).

En el segundo informe, se presentaron los problemas leves, es decir, los que fueron estimados con severidad 1 y 2. Se encontraron 22 problemas leves, 14 con severidad 1 y 8 con severidad 2. Los mismos que serán solucionados por el desarrollador, en el caso de que se cuente con tiempo disponible o la solución de estos deberá tener baja prioridad (Ver Anexo 6.2. Informe evaluación heurística_Prob. Leves).

3.2.2. Cuestionario

Después que el desarrollador, resolvió los problemas de usabilidad encontrados en la evaluación heurística y contó con la respectiva aprobación del director del proyecto. Se procede a realizar la evaluación de usabilidad del juego serio “El tesoro de ser politécnico”, utilizando como instrumento el cuestionario propuesto. A continuación, se describe el proceso de la evaluación. Para ver el informe completo (Ver Anexo 9. Informe Cuestionario).

Definición de los objetivos de la evaluación

- Utilizar el cuestionario propuesto, como instrumento de evaluación de usabilidad para el juego serio “El tesoro de ser politécnico”.
- Conocer las opiniones de los usuarios potenciales y su grado de satisfacción, respecto al juego serio.

Preparación de la evaluación

Antes de comenzar con la evaluación, se preparó la documentación correspondiente que fue entregada a cada usuario. Esta documentación consta de los siguientes documentos, que se describen a continuación: Manual del juego, documento de consentimiento y las instrucciones que el usuario debe seguir.

Selección de participantes

Los cuestionarios, son una técnica muy utilizada en las evaluaciones de usabilidad. Los usuarios potenciales de este juego serio son estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional, en el cual, los usuarios pueden ingresar como miembro EPN o invitado. Para esta evaluación, fueron necesarios 15 usuarios. Laura Faulkner en su estudio [133], demuestra que, aunque con 5 usuarios se detecta un promedio del 85% de los problemas de usabilidad, esos hallazgos se mueven en un rango de entre el 55% y 85%. Por lo que, se podría tener una muestra débil, donde solo se presenten la mitad de las observaciones necesarias. Por otro lado, al realizar la evaluación de usabilidad con 15 usuarios se detecta un promedio del 95% de los problemas, con un mínimo del 82%, lo que muestra una mejora significativa en comparación con el estudio realizado con 5 usuarios.

Es por eso, que se decidió utilizar una muestra de 15 usuarios, para realizar la evaluación de usabilidad. Esta muestra está compuesta por 10 usuarios con relación a la EPN y 5 sin relación a la EPN, debido a que, en el juego serio, un usuario puede ingresar como miembro EPN o invitado. Este grupo seleccionado es homogéneo, con contextos similares de uso, lo que quiere decir que no se va a mezclar niños y adultos, ni diferentes dispositivos de navegación.

Realización de la evaluación de usabilidad

La evaluación de usabilidad del juego serio “El tesoro de ser politécnico”, comenzó con una reunión planificada con: los usuarios finales, el desarrollador del juego serio y el moderador (Ver figura 11). En esta reunión, se trataron puntos sobre cómo se va a llevar a cabo la evaluación.



Figura 11 Reunión planificada con los usuarios finales.

Cada usuario firmó el documento de consentimiento, para poder comenzar con la evaluación de usabilidad. Ya que, en este documento se encuentra detallado, los términos de su participación y la autorización para poder manejar los datos obtenidos, como mejor convenga y con el único fin de usarlos en este estudio. Después, los usuarios ingresaron individualmente a la versión más reciente del juego serio y realizaron las tareas indicadas en el documento entregado (Ver Anexo 8.1 Instrucciones para el usuario EPN y Anexo 8.2 Instrucciones para el usuario Invitado). Estas tareas se las realizaron tanto para el usuario que ingresa como miembro EPN como para el que ingresa como invitado.

Después de que cada uno de los usuarios realizaron las tareas indicadas, completaron y enviaron el cuestionario de usabilidad propuesto, utilizando la computadora a su disposición. El cuestionario propuesto utilizado se muestra a continuación:

Tabla 32 Cuestionario propuesto

Categoría	Pregunta	Escala					
		1	2	3	4	5	N/A
Objetivo serio	1. ¿El contenido del juego es relevante para mis intereses?						
	2. ¿Para mí está claro cómo se relacionan los contenidos del juego con lo que quiere enseñar?						
	3. ¿Este juego es un método de enseñanza adecuado para el tema que se quiere aprender?						
	4. ¿Prefiero aprender con este juego, que aprender a través de otras formas (por ejemplo, otros métodos de enseñanza)?						
	5. ¿El juego contribuyó a mi aprendizaje en el tema que trató?						
	6. ¿El juego permitió un aprendizaje eficiente en comparación con otras actividades de aprendizaje?						
Visualización de la historia.	7. ¿Estaba interesado en la historia del juego?						
	8. ¿Me sentí imaginativo con la historia?						
Visualización del mundo del juego.	9. ¿Los cambios que hice en el mundo del juego, son persistentes y notables si retrocedo a donde he estado?						
	10. ¿Las metáforas utilizadas en el mundo del juego, se relacionaron con cosas que ya conozco?						

Visualización de personajes.	11. ¿He sentido control sobre el personaje y he sido capaz de utilizar tácticas y estrategias?										
	12. ¿Las metáforas utilizadas en el personaje del juego, se relacionaron con cosas que ya conozco?										
Técnicas de gamificación	13. ¿Este juego es un desafío apropiado para mí?										
	14. ¿El juego proporciona nuevos desafíos (ofrece nuevos obstáculos, situaciones o variaciones) a un ritmo apropiado?										
Game Play	15. ¿El juego no se vuelve monótono a medida que avanza (tareas repetitivas o aburridas)?										
	16. ¿Es evidente que se han tenido plenamente en cuenta las necesidades de los usuarios?										
	17. ¿Ha habido momentos en el uso de este juego, en los que me he sentido bastante tenso?										
	18. ¿Creo que me gustaría usar este juego con frecuencia?										
	19. ¿No tuve dificultad al momento de aprender a utilizar nuevas funciones en el juego?										
Interfaz	20. ¿No se requirieron demasiados pasos para que algo funcione?										
	21. ¿Las palabras en pantalla son fáciles de leer?										
	22. ¿Los diseños de pantalla facilitan las tareas?										
	23. ¿Los elementos de la pantalla son fáciles de seleccionar?										
	24. ¿La organización de los menús parece bastante lógica?										
	25. ¿Se entendieron los términos utilizados en todo el juego?										
	26. ¿Fueron útiles los mensajes de error?										
	27. ¿Siempre que cometo un error al utilizar el juego, me recupero fácil y rápidamente?										
Multimedia	28. ¿La información (mensajes en pantalla y otra documentación) proporcionada con este juego fue clara?										
	29. ¿El uso de elementos multimedia mejora la presentación de la información?										
	30. La calidad de los elementos multimedia (texto, imagen, animación, vídeo y sonido) utilizados es aceptable?										
Comentario respecto, a cómo te pareció el juego serio.											
Que sugerencia tienes para mejorar este juego serio.											

Fuente: [Elaborado por el autor]

Para completar este cuestionario, cada usuario leyó cuidadosamente cada pregunta e indicó su apreciación, seleccionando la valoración correspondiente a su grado de satisfacción. Para lo cual, se utilizó una escala Likert de 5 puntos, donde:

- 1 significa “Total Desacuerdo”.
- 2 significa “En Desacuerdo”.
- 3 significa “Neutro”.
- 4 significa “De Acuerdo”.
- 5 significa “Total Acuerdo”

También se agregó el N/A, en el caso que el usuario crea que la pregunta no aplica con el juego serio evaluado.

Análisis de los resultados

Para saber cuál es el porcentaje de usabilidad, con el que se puede determinar si el juego

serio es aceptable o no, se utilizó la puntuación de la escala de usabilidad del sistema (SUS), propuesta por John Brooke [121]. Para ver el informe completo, (Ver anexo 9. Informe Cuestionario).

El porcentaje de usabilidad media obtenida de la evaluación, utilizando como instrumento el cuestionario propuesto, fue del 86%. El porcentaje más alto obtenido fue del 98% en las preguntas 19 y 24, las mismas que se refieren a que fue fácil de aprender y la organización de los menús fue bastante buena y lógica. Mientras que el porcentaje más bajo fue del 46% en la pregunta 17, la misma que se refiere a la comodidad que tuvo el usuario al jugar el juego, como se observa en la figura 12.

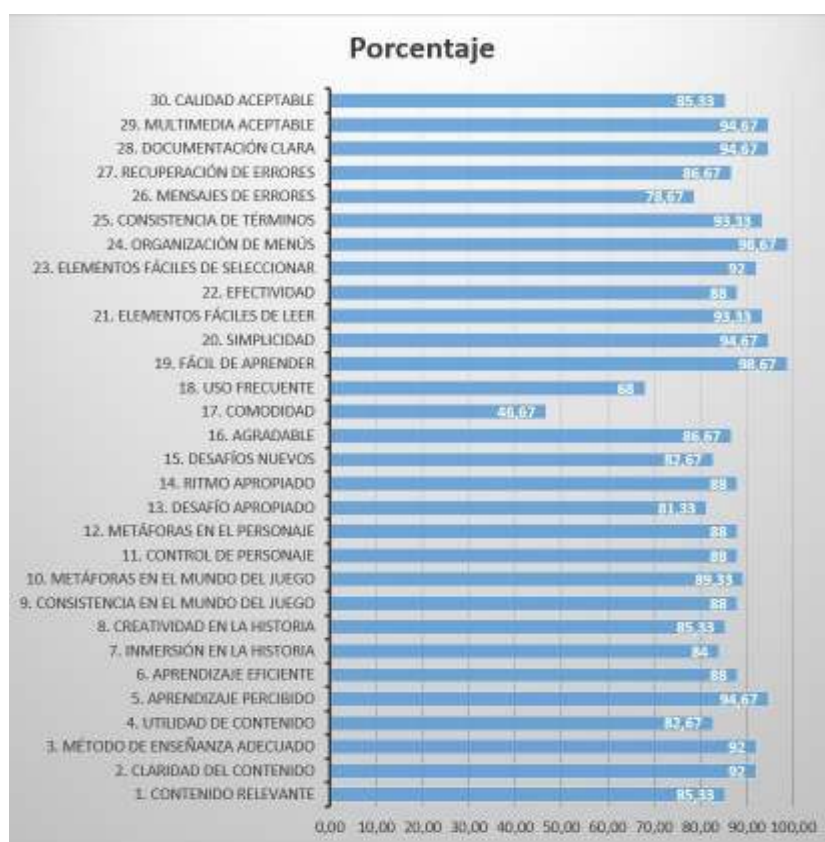


Figura 12 Promedios por cada pregunta del cuestionario.

Fuente: [Elaborado por el autor]

Como se mencionó anteriormente, el porcentaje de usabilidad obtenido fue del 86% y basándonos en la puntuación del SUS, se logra conocer que el juego serio “El tesoro de ser politécnico”, tiene una usabilidad aceptable, una calificación “B” que significa sobresaliente y el adjetivo “Excelente”. Lo que quiere decir, que el juego serio evaluado, si es usable para los usuarios y existe satisfacción de uso.

Los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los usuarios evidencian que, las

preguntas con mayor puntuación llegan a ser las fortalezas que tiene el juego serio, entre ellas están: Contenido relevante, claridad del contenido, método de enseñanza adecuado, utilidad del contenido, aprendizaje percibido, aprendizaje eficiente, inmersión en la historia, creatividad en la historia, consistencia en el mundo del juego, metáforas en el mundo del juego, control de personaje, metáforas en el personaje, desafío apropiado, ritmo apropiado, desafíos nuevos, agradable, fácil de aprender, simplicidad, elementos fáciles de leer, efectividad, elementos fáciles de seleccionar, organización de menús, consistencia de términos, mensajes de errores, recuperación de errores, documentación clara, multimedia aceptable y calidad de la multimedia aceptable. Los mismos que tienen más del 70%

Los resultados con menor puntuación y que deben ser tomados en cuenta para futuras mejoras, son los siguientes: comodidad y uso frecuente. Ya que, los mismos tuvieron un porcentaje menor al 70%. De igual manera, los comentarios y las sugerencias escritas por los usuarios serán tomadas en cuenta e implementadas sin problemas, en incrementos futuros y que probablemente mejorarán aún más, la productividad de los usuarios

3.3. Resumen del capítulo 3

En este capítulo, se crearon las propuestas de los instrumentos de evaluación de usabilidad para juegos serios, mediante la adaptación de los instrumentos encontrados. Con la ayuda del análisis gap se logró encontrar el vacío o la brecha que existía, en cada uno de los instrumentos. Para así, crear un instrumento tanto para la técnica de evaluación heurística como para la técnica de cuestionario, que cumpla con evaluar todas las características propias de los juegos serios. Además, se definieron las escalas, con las que van a ser evaluados cada uno de los instrumentos.

Con el fin de cumplir con los objetivos de este trabajo de titulación, se evaluó un proyecto de desarrollo de un juego serio, del laboratorio ISEAsy de la FIS. El juego serio lleva como nombre, “El tesoro de ser Politécnico” y se logró aplicar los instrumentos propuestos, para determinar los problemas de usabilidad existentes en el mismo. La evaluación heurística arrojó varios problemas de usabilidad graves que debían ser solucionados por el desarrollador, para después de eso, aplicar el cuestionario al usuario final, obteniendo como resultado una usabilidad aceptable del 86%.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se propuso un instrumento de evaluación de usabilidad para juegos serios, tanto para la técnica de evaluación heurística como para la técnica de cuestionario. Lo más importante de la creación de estos instrumentos, es que cumplen con evaluar la usabilidad de los juegos serios, tomando en cuenta todas las características que los identifican. Lo que más ayudó a generar estos instrumentos fue el análisis gap, porque basándonos en una comparación de los instrumentos obtenidos de la revisión sistemática de la literatura, con las características propias de los juegos serios, se obtuvo el vacío o la brecha que existía en cada uno de los instrumentos analizados.

En este estudio se analizaron los instrumentos de evaluación de usabilidad para juegos serios, tomando como base 81 publicaciones que evidencian los métodos, técnicas e instrumentos utilizados para la evaluación de usabilidad de los juegos y los juegos serios. Se organizó, clasificó y agregó la información obtenida, para dar respuesta a cada una de las tres preguntas de investigación planteadas. La revisión sistemática de la literatura estaba centrada solo en los instrumentos, pero fue necesario expandirlo, ya que, para encontrar los instrumentos fue necesario conocer sus técnicas y para llegar a cada una de las técnicas se debían conocer los métodos.

Con base a los datos obtenidos de la revisión sistemática de la literatura, se pudo observar y corroborar que los instrumentos existentes no cubren en su totalidad características propias de los juegos serios. En las publicaciones encontradas, los autores utilizan los mismos métodos, técnicas e instrumentos que son utilizados para evaluar la usabilidad de software tradicional, como las heurísticas de Nielsen o el cuestionario de IBM y en el caso de juegos de video, específicamente en ciertos casos usan la propuesta de Pinelle o Desurvire, pero siempre existen faltantes de ciertos elementos a ser considerados en los juegos serios. Logrando constatar que en la mayoría de las propuestas no se consideran las características propias de los juegos serios, llevando a evaluaciones de usabilidad en algunos casos erróneas o fallidas. Por ello, en este trabajo se plantea una combinación de ciertas propuestas que permitan mejorar las herramientas usadas para la evaluación de usabilidad, con el fin de que abarquen todas las características propias de los juegos serios.

Con la información obtenida, se logró proponer un instrumento de evaluación de usabilidad específico para juegos serios, mediante la adaptación de instrumentos encontrados, es decir, se consideraron las brechas existentes en los instrumentos y se los complementó, con el fin, de tener un instrumento que cumpla con todas las características que los juegos

serios consideran. Al final se logró proponer dos instrumentos, uno para la técnica de evaluación heurística considerado como método de inspección y el otro para la técnica de cuestionario considerado como un método de indagación, aplicables a usuarios expertos y usuarios finales respectivamente.

En este trabajo se aplicaron los instrumentos de evaluación de usabilidad propuestos, al juego serio “El tesoro de ser politécnico”, desarrollado en el laboratorio ISEAsy de la facultad de ingeniería de sistemas. La evaluación realizada refleja la viabilidad de usar el cuestionario y las heurísticas mencionadas, es decir, que los instrumentos si se pudieron utilizar para evaluar la usabilidad de un juego serio. Pero, como un trabajo futuro se podría aumentar la muestra de los juegos serios y aplicar a otros casos de estudio orientados al aprendizaje de estudiantes.

Los instrumentos de evaluación heurística y el cuestionario de evaluación de usabilidad final demostraron ser aplicables, ya que, abarcan grandes áreas, las categorías están bien definidas y las escalas son fáciles de usar. Además, se obtiene un feedback con las observaciones y recomendaciones que agrega el evaluador y el usuario. Pero, para trabajos futuros sería interesante, utilizar métodos UX para validar reacciones del usuario mientras interactúa con los instrumentos propuestos, con el fin de comprender los niveles de dificultad presentados dentro del juego serio, si fue atractivo, agradable, amigable, fácil de usar, fácil de entender, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. García and P. Santan, *La interacción Humano-Computadora en México*, Pearson. 2014.
- [2] J. A. Ruiz and I. Del Valle, “Las nuevas tecnologías como herramientas que facilitan la educación formativa en la educación.,” *Estrategias innovadoras para la docencia dialógica y virtual*, pp. 25–40, 2014.
- [3] R. Genis, *Las nuevas tecnologías en niños y adolescentes. Guía para educar saludablemente en una sociedad digital*. 2015.
- [4] D. Djaouti, J. Alvarez, J.-P. Jessel, and O. Rampnoux, “Origins of serious games,” *Serious games edutainment Appl.*, vol. 1, pp. 25–43, 2011, doi: 10.1007/978-1-4471-2161-9_3.
- [5] E. P. Mediterráneo, “El rol de las nuevas tecnologías juega un papel muy importante en el transporte,” *El Periódico Mediterráneo*. [Online]. Available: https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/empresa/el-rol-nuevas-tecnologias-juega-papel-importante-transporte_1133051.html. [Accessed: 17-Jul-2019].
- [6] L. Vásquez Laura and R. David, López Miguel, “Juegos con propósitos educativos como herramientas para la enseñanza de la ética.,” *Congr. Int. contaduría, Adm. e informática*, pp. 1–23, 2017.
- [7] Knowbility, “About John Slatin,” 2018. [Online]. Available: <https://knowbility.org/programs/accessu/>. [Accessed: 17-Jul-2019].
- [8] Slashmobility, “La importancia de los tests de usabilidad,” 2017. [Online]. Available: <https://slashmobility.com/blog/2017/09/la-importancia-de-los-tests-de-usabilidad/>. [Accessed: 11-Dec-2019].
- [9] D. Marin, J. Castrillo, and G. Bermúdez, “Pruebas de la usabilidad en usuarios discapacitados,” *Conf. Latinoam. En Informática*, pp. 1–10, 2012.
- [10] P. Moreno-Ger, J. Torrente, Y. G. Hsieh, and W. T. Lester, “Usability Testing for Serious Games: Making Informed Design Decisions with User Data,” *Adv. Human-Computer Interact.*, vol. 2012, pp. 1–13, 2012, doi: 10.1155/2012/369637.
- [11] B. Kitchenham and S. Charters, “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering,” *Keele Univ. Durham Univ. Jt. Rep.*, no. EBSE 2007-001, p. 1051, 2007.

- [12] B. Kitchenham, "Procedures for performing systematic reviews.," *Keele UK Keele Univ*, vol. 33, no. 1, pp. 1–26, 2004, doi: 10.5144/0256-4947.2017.79.
- [13] I. Standard, "International Organization For Standardization," *ISO*, vol. 1998, 1998.
- [14] W. Sanchez, "La usabilidad en Ingeniería de Software : definición y características," *Usabilidad en Ing. Softw.*, pp. 7–21, 2011.
- [15] K. Salen and E. Zimmerman, *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. The MIT Press., 2003.
- [16] M. Torres, "El juego: una estrategia importante.," *Educere*, 2002. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35601907>.
- [17] J. Huizinga, *Homo Ludens: A study of the Play-Element in culture*. 1980.
- [18] G. Frasca, "Videogames of the oppressed: Videogames as a means for critical thinking and debate.," Georgia Institute of Technology, 2001.
- [19] D. S. Levis Czernik, "Videojuegos y alfabetización digital.," *Aula innovación Educ.*, vol. 147, pp. 48–50, 2005.
- [20] J. Schell, *The art of game design*. 2008.
- [21] T. Laning and J.-J. Severs, "What are serious games? - Grendel Games," *Grendel Games*, 2017. [Online]. Available: <https://grendelgames.com/what-are-serious-games/>. [Accessed: 27-Aug-2020].
- [22] C. C. Abt, *Serious Games*. New York: Viking Press., 1987.
- [23] J. Alvarez and L. Michaud, *Serious games Advergaming, edugaming, training and more.*, vol. 2008, no. 3. 2008.
- [24] D. Djaouti, J. Alvarez, and J.-P. Jessel, "Classifying Serious Games: the G/P/S model," in *In Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary approaches*, no. January, 2011, pp. 118–136.
- [25] M. Carrion, M. Santorum, H. Flores, J. Aguilar, and M. Perez, "Serious game, gamified applications, educational software: A comparative study," *Proc. - 2019 Int. Conf. Inf. Syst. Softw. Technol. ICI2ST 2019*, pp. 55–62, 2019, doi: 10.1109/ICI2ST.2019.00015.
- [26] B. M. Winn, "The Design, Play, and Experience Framework," in *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*, IGI Global, 2008, pp. 1010–1024.

- [27] S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O'Hara, and D. Dixon, "Gamification: Using game design elements in Non-Gaming Contexts," *Proc. 2011 Annu. Conf. Ext. Abstr. Hum. Factors Comput. Syst. (CHI 2011)*, pp. 2425–2428, 2011.
- [28] Noé Didácticos, "¿Qué son los juegos educativos?," 2018. [Online]. Available: <https://www.noedidacticos.com/blog/que-son-los-juegos-educativos-0de1c230067b>. [Accessed: 17-Sep-2020].
- [29] B. Gros Salvat, "Certezas e interrogantes acerca del uso de los videojuegos para el aprendizaje," *Comun. Rev. Int. Comun. Audiovisual, Public. y Estud. Cult.*, vol. 1, no. 7, pp. 251–264, 2009.
- [30] G. P. Tolentino, C. Battaglini, A. C. V. Pereira, R. J. De Oliveria, and M. G. M. De Paula, "Usability of serious games for health," *Proc. - 2011 3rd Int. Conf. Games Virtual Worlds Serious Appl. VS-Games 2011*, pp. 172–175, 2011, doi: 10.1109/VS-GAMES.2011.33.
- [31] N. M. Diah, M. Ismail, S. Ahmad, and M. K. Dahari, "Usability Testing for Educational Computer Game Using Observation Method Faculty of Computer and Mathematical Sciences," *Int. Conf. on Information Retr. Knowl. Manag.*, pp. 157–161, 2010.
- [32] I. Falcao *et al.*, "Usability and cognitive benefits of a serious game to combat aedes aegypti mosquito," *Proc. - IEEE Symp. Comput. Med. Syst.*, vol. 2019-June, pp. 720–725, 2019, doi: 10.1109/CBMS.2019.00145.
- [33] H. M. Omar and A. Jaafar, "Playability Heuristics Evaluation (PHE) approach for Malaysian educational games," *Proc. - Int. Symp. Inf. Technol. 2008, ITSIM*, vol. 4, 2008, doi: 10.1109/ITSIM.2008.4632053.
- [34] A. Hussain, N. A. Mutalib, and A. Zaino, "A usability testing on jFakih Learning Games for hearing impairment children," *2014 5th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Muslim World, ICT4M 2014*, pp. 4–7, 2014, doi: 10.1109/ICT4M.2014.7020629.
- [35] M. Ismail, N. M. Diah, S. Ahmad, N. A. M. Kamal, and M. K. M. Dahari, "Measuring usability of educational computer games based on the user success rate," *SHUSER 2011 - 2011 Int. Symp. Humanit. Sci. Eng. Res.*, pp. 56–60, 2011, doi: 10.1109/SHUSER.2011.6008500.
- [36] R. J. E. Dagdag, R. V. Mariano, and R. O. Atienza, "Teacher tool for visualization and management of a technology-enhanced learning environment," *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, pp. 1426–1430, 2011, doi: 10.1109/TENCON.2011.6129045.

- [37] H. Desurvire and M. S. El-Nasr, "Methods for game user research: Studying player behavior to enhance game design," *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 33, no. 4, pp. 82–87, 2013, doi: 10.1109/MCG.2013.61.
- [38] S. Papaloukas, K. Patriarcheas, and M. Xenos, "Usability assessment heuristics in new genre videogames," *PCI 2009 - 13th Panhellenic Conf. Informatics*, pp. 202–206, 2009, doi: 10.1109/PCI.2009.14.
- [39] J. Höysniemi, P. Hämäläinen, and L. Turkki, "Using peer tutoring in evaluating the usability of a physically interactive computer game with children," *Interact. Comput.*, vol. 15, no. 2 SPEC., pp. 203–225, 2003, doi: 10.1016/S0953-5438(03)00008-0.
- [40] U. Rosyidah, H. Haryanto, and A. Kardianawati, "Usability Evaluation Using GOMS Model for Education Game 'Play and Learn English,'" *Proc. - 2019 Int. Semin. Appl. Technol. Inf. Commun. Ind. 4.0 Retrospect. Prospect. Challenges, iSemantic 2019*, pp. 219–223, 2019, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2019.8884268.
- [41] S. Soomro, W. F. W. Ahmad, and S. Sulaiman, "Evaluation of mobile games with playability heuristic evaluation system," *2014 Int. Conf. Comput. Inf. Sci. ICCOINS 2014 - A Conf. World Eng. Sci. Technol. Congr. ESTCON 2014 - Proc.*, 2014, doi: 10.1109/ICCOINS.2014.6868403.
- [42] J. May, "YouTube Gamers and Think-Aloud Protocols: Introducing Usability Testing," *IEEE Trans. Prof. Commun.*, vol. 62, no. 1, pp. 94–103, 2019, doi: 10.1109/TPC.2018.2867130.
- [43] Y. H. Liao and C. Y. Shen, "Heuristic evaluation of digital game based learning: A case study," *Proc. 2012 4th IEEE Int. Conf. Digit. Game Intell. Toy Enhanc. Learn. Digit. 2012*, pp. 192–196, 2012, doi: 10.1109/DIGITEL.2012.54.
- [44] K. Jegers, "Investigating the applicability of usability and playability heuristics for evaluation of pervasive games," *Proc. - 3rd Int. Conf. Internet Web Appl. Serv. ICIW 2008*, vol. 46, no. 0, pp. 656–661, 2008, doi: 10.1109/ICIW.2008.54.
- [45] G. Hookham, K. Nesbitt, and F. Kay-Lambkin, "Comparing usability and engagement between a serious game and a traditional online program," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. 01-05-Febr, 2016, doi: 10.1145/2843043.2843365.
- [46] E. Baauw, M. M. Bekker, and P. Markopoulos, "Assessing the applicability of the Structured Expert Evaluation Method (SEEM) for a wider age group," *Proceeding 2006 Conf. Interact. Des. Child. IDC '06*, vol. 2006, pp. 73–80, 2006, doi: 10.1145/1139073.1139095.

- [47] W. S. Yue and N. A. Mat Zin, "Usability evaluation for history educational games," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. 403, pp. 1019–1025, 2009, doi: 10.1145/1655925.1656110.
- [48] S. Papaloukas and M. Xenos, "Usability and education of games through combined assessment methods," *1st Int. Conf. Pervasive Technol. Relat. to Assist. Environ. PETRA 2008*, 2008, doi: 10.1145/1389586.1389670.
- [49] D. Pinelle, N. Wong, and T. Stach, "Heuristic evaluation for games: Usability principles for video game design," *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, pp. 1453–1462, 2008, doi: 10.1145/1357054.1357282.
- [50] F. Rodio and J. M. C. Bastien, "Heuristics for video games evaluation: How players rate their relevance for different game genres according to their experience," *IHM 2013 - Actes la 25ieme Conf. Francoph. sur l'Interaction Homme-Machine*, pp. 89–93, 2013, doi: 10.1145/2534903.2534915.
- [51] D. Pinelle, N. Wong, T. Stach, and C. Gutwin, "Usability heuristics for networked multiplayer games," *GROUP'09 - Proc. 2009 ACM SIGCHI Int. Conf. Support. Gr. Work*, pp. 169–178, 2009, doi: 10.1145/1531674.1531700.
- [52] H. Desurvire, M. Caplan, and J. A. Toth, "Using Heuristics to Evaluate the Playability of games," *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, pp. 1509–1512, 2004, doi: 10.1145/985921.986102.
- [53] H. Korhonen and E. M. I. Koivisto, "Playability heuristics for mobile games," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. 159, pp. 9–16, 2006, doi: 10.1145/1152215.1152218.
- [54] F. Fabiano, I. Aedo, M. Sanchez-Francisco, and P. Díaz, "Evaluating a pervasive game for urban awareness," *MobileHCI 2018 - Beyond Mob. Next 20 Years - 20th Int. Conf. Human-Computer Interact. with Mob. Devices Serv. Conf. Proc. Adjun.*, pp. 197–204, 2018, doi: 10.1145/3236112.3236140.
- [55] A. Karoulis, "Evaluating the LEGO-RoboLab interface with experts," *Comput. Entertain.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–13, 2006, doi: 10.1145/1129006.1129017.
- [56] F. Mohd, M. Noor, E. H. C. Daud, and S. S. Hasbullah, "Mobile games usability using the idea of mark overmars," *ACM IMCOM 2016 Proc. 10th Int. Conf. Ubiquitous Inf. Manag. Commun.*, 2016, doi: 10.1145/2857546.2857578.
- [57] M. Verkuyl, D. Romaniuk, and P. Mastrilli, "Virtual gaming simulation of a mental health assessment: A usability study," *Nurse Educ. Pract.*, vol. 31, pp. 83–87, 2018, doi: 10.1016/j.nepr.2018.05.007.

- [58] H. M. Johnsen, M. Fossum, P. Vivekananda-Schmidt, A. Fruhling, and Å. Slettebø, "Teaching clinical reasoning and decision-making skills to nursing students: Design, development, and usability evaluation of a serious game," *Int. J. Med. Inform.*, vol. 94, pp. 39–48, 2016, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2016.06.014.
- [59] F. Savazzi, S. Isernia, J. Jonsdottir, S. Di Tella, S. Pazzi, and F. Baglio, "Design and implementation of a Serious Game on neurorehabilitation: Data on modifications of functionalities along implementation releases," *Data Br.*, vol. 20, pp. 864–869, 2018, doi: 10.1016/j.dib.2018.08.100.
- [60] F. Savazzi, S. Isernia, J. Jonsdottir, S. Di Tella, S. Pazzi, and F. Baglio, "Engaged in learning neurorehabilitation: Development and validation of a serious game with user-centered design," *Comput. Educ.*, vol. 125, pp. 53–61, 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2018.06.001.
- [61] J. B. Hauge and J. C. K. H. Riedel, "Evaluation of simulation games for teaching engineering and manufacturing," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 15, pp. 210–220, 2012, doi: 10.1016/j.procs.2012.10.073.
- [62] N. M. Vee Senap and R. Ibrahim, "A review of heuristics evaluation component for mobile educational games," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 161, no. 2, pp. 1028–1035, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.11.213.
- [63] F. Luna-Perejon *et al.*, "Evaluation of user satisfaction and usability of a mobile app for smoking cessation," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 182, 2019, doi: 10.1016/j.cmpb.2019.105042.
- [64] A. Belén Anahi and M. Eliana Elisabet, "Desarrollo y evaluación de usabilidad de un juego " serio " utilizado en la enseñanza del comportamiento de la Bolsa de Valores y Cereales .," Universidad Nacional del centro, 2017.
- [65] G. Zurita, J. Sánchez, and M. Nussbaum, "Usabilidad de juegos educativos," *Taller Int. ...*, no. May, pp. 1–18, 1999.
- [66] Y. Sánchez Royo, "Metodología de Evaluación de Videojuegos Serios en Competencias Ciudadanas," *Dk*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2015, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [67] N. Gordon, M. Brayshaw, and T. Aljaber, "Heuristic evaluation for serious immersive games and M-instruction," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 9753, pp. 310–319, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-39483-1_29.

- [68] A. Olimpio and P. Notargiacomo, "Heuristic usability evaluation applied to educational games," *Int. Conf. Educ. Technol.*, 2020.
- [69] E. A. O. Vieira, A. C. da Silveira, and R. X. Martins, "Heuristic evaluation on usability of educational games: A systematic review," *Informatics Educ.*, vol. 18, no. 2, pp. 427–442, 2019, doi: 10.15388/infedu.2019.20.
- [70] F. Isleyen, K. H. Gulkesen, B. Cinemre, M. K. Samur, N. Zayim, and S. Sen Kaya, "Evaluation of the Usability of a Serious Game Aiming to Teach Facial Expressions to Schizophrenic Patients," *Stud. Health Technol. Inform.*, vol. 205, no. April 2018, pp. 662–666, 2014, doi: 10.3233/978-1-61499-432-9-662.
- [71] S. Paracha, K. Clawson, N. Mitsche, L. Hall, and S. Jehanzeb, "Usability Evaluation of a Serious Game Intervention on Japanese School Bullying," *Coll. Asia Pacific Stud.*, no. February, pp. 3–16, 2019.
- [72] J. Wang, "A usability assessment for a career planning educational video game," *ProQuest Diss. Theses*, p. 57, 2016.
- [73] G. T. Perry, C. C. Kulpa, E. Pinheiro, and M. L. Eichler, "Lessons from an Educational Game Usability Evaluation," *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 23–28, 2012, doi: 10.3991/ijim.v6i2.1888.
- [74] H. Mohamed and A. Jaafar, "Development and potential analysis of Heuristic Evaluation for educational computer game (PHEG)," *Proceeding - 5th Int. Conf. Comput. Sci. Converg. Inf. Technol. ICCIT 2010*, pp. 222–227, 2010, doi: 10.1109/ICCIT.2010.5711061.
- [75] M. B. Barbosa, A. B. Rego, and I. de Medeiros, "HEEG : Heuristic Evaluation for Educational Games," *Proc. SBGames 2015*, pp. 224–227, 2015.
- [76] R. Yáñez Gómez, "Evaluación Heurística de la usabilidad en contextos específicos.," Universidad de Sevilla, 2019.
- [77] J. M. Chacón Araya, "Evaluación de usabilidad de juegos de video para casinos en plataformas móviles: conceptos y experiencias," Universidad Nacional de Costa Rica, 2017.
- [78] G. Castillo Aguirre, "Métodos de evaluación de la usabilidad en aplicaciones móviles.," Universidad Señor de Sipán, 2020.
- [79] G. E. Chanchí G., M. C. Gómez Álvarez, and W. Y. Campo M., "Criterios de usabilidad para el diseño y construcción de videojuegos," *RISTI - Rev. Iber. Sist. e*

Tecnol. Inf., pp. 490–499, 2019, doi: 10.17013/risti.n.pi-pf.

- [80] G. T. Schneider, D. N. Ferrari Barbosa, P. R. Dos Santos, and J. L. Victória Barbosa, “Evaluation of usability and gameplay of games on mobile platforms for young people on oncological treatment,” *Novas Tecnologias Na Educação*, vol. 1999, pp. 92–101, 2017.
- [81] M. B. Armas Torres, “Técnicas de evaluación para videojuegos geolocalizados,” Universidad de la Laguna, 2015.
- [82] C. P. V. Barboza Mendoza, “Heurísticas de Usabilidad para Mecánicas de Videojuegos,” Pontificia universidad católica del Perú, 2019.
- [83] A. L. Iñiguez Carrillo and M. Á. García-ruiz, “Evaluación de usabilidad de un ambiente virtual en 3D,” *Faz*, pp. 56–67, 2003.
- [84] F. W. Simor, M. R. Brum, J. D. E. Schmidt, R. Rieder, and A. C. B. De Marchi, “Usability evaluation methods for gesture-based games: A systematic review,” *JMIR Serious Games*, vol. 4, no. 2, p. e17, 2016, doi: 10.2196/games.5860.
- [85] S. Laitinen, “Better games through usability evaluation and testing,” *Gamasutra*, pp. 1–8, 2010.
- [86] M. Britain and D. Bolchini, “Usability evaluation for health video games: A library of inspection heuristics,” *Mariabritain.Com*, 2012.
- [87] C. Noraziah, A. B. Nur Azzah, and M. Azizudin, “Usability Evaluation of Digital Malaysian Tradicional Games,” *J. Teknol.*, vol. 29, no. 77, pp. 85–90, 2015.
- [88] T. T. Young, “A usability analysis of video games: The development of assessment standards,” Ball State university, 2011.
- [89] C. Miranda Palma *et al.*, “Usabilidad en un juego de memorama con reconocimiento de voz para niños,” *Conf. IADIS Ibero-Americana*, no. February, 2007.
- [90] M. Xenos, S. Papaloukas, and N. Kostaras, “Games usability and learning – The civilization IV paradigm,” *Game Entertain. Technol.*, no. June, pp. 3–10, 2009.
- [91] G. Hookham, B. Bewick, F. Kay-Lambkin, and K. Nesbitt, “A Concurrent Think Aloud Study of Engagement and Usability in a Serious Game,” *Serious Games*, vol. 9894, no. February 2018, pp. 243–271, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-45841-0.
- [92] T. Griffith, C. Maraj, J. Flynn, and J. Ablanedo, “A usability review of the learning master serious game in support of the US army Jumpmaster’s course,” *T. Z. Ahram*, vol. 795, pp. 198–207, 2019, doi: 10.1007/978-3-319-94619-1.

- [93] M. A. Mazeyanti, W. Ahmad, W. Fatimah, and S. Suziah, "Usability Testing for Culturally-Enhanced Serious Game," *7th Int. Conf. Univ. Learn. Teach. (InCULT 2014) Proc.*, no. InCULT, 2016, doi: 10.1007/978-981-287-664-5.
- [94] R. Yáñez-Gómez, D. Cascado-Caballero, and J. L. Sevillano, "Academic methods for usability evaluation of serious games: a systematic review," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 76, no. 4, pp. 5755–5784, 2017, doi: 10.1007/s11042-016-3845-9.
- [95] N. Jerzak and F. Rebelo, "Serious games and heuristic evaluation - The cross-comparison of existing heuristic evaluation methods for games," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 8517 LNCS, no. PART 1, pp. 453–464, 2014, doi: 10.1007/978-3-319-07668-3_44.
- [96] J. D. E. Schmidt and A. C. B. De Marchi, "Usability evaluation methods for mobile serious games applied to health: a systematic review," *Univers. Access Inf. Soc.*, vol. 16, no. 4, pp. 921–928, 2017, doi: 10.1007/s10209-016-0511-y.
- [97] X. W. Lin Gao, B. Murillo Véliz, and F. Paz, "A systematic literature review of usability evaluation guidelines on mobile educational games for primary school students," vol. 11586, no. July, pp. 238–249, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-23535-2.
- [98] B. Amaro, E. Mira, L. Dominguez, and J. De Amato, "A usability analysis of a serious game for teaching stock market concepts in secondary schools," vol. 1, pp. 829–838, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-16184-2.
- [99] M. Sasupilli, P. Bokil, and R. M. Punekar, *Game design frameworks and evaluating techniques for educational games: A review*, vol. 134. Springer Singapore, 2019.
- [100] H. Mohamed Omar and A. Jaafar, "Usability of educational computer game (Usa-ECG): Applying analytic hierarchy process," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 7067 LNCS, no. PART 2, pp. 147–156, 2011, doi: 10.1007/978-3-642-25200-6_15.
- [101] M. M. Bekker, E. Baauw, and W. Barendregt, "A comparison of two analytical evaluation methods for educational computer games for young children," *Cogn. Technol. Work*, vol. 10, no. 2, pp. 129–140, 2008, doi: 10.1007/s10111-007-0068-x.
- [102] S. Yeni, K. Cagiltay, and N. Karasu, "Usability investigation of an educational mobile application for individuals with intellectual disabilities," *Univers. Access Inf. Soc.*, 2019, doi: 10.1007/s10209-019-00655-0.
- [103] A. L. Satoshi Kawamoto, V. Farinazzo Martins, and F. S. Correa da Silva, "Usability evaluation of an application designed for the older adults," *Univ. Presbiteriana*, pp.

189–192, 2013.

- [104] R. Yanez-Gomez, J. L. Font, D. Cascado-Caballero, and J. L. Sevillano, “Heuristic usability evaluation on games: a modular approach,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 78, no. 4, pp. 4937–4964, 2019, doi: 10.1007/s11042-018-6593-1.
- [105] D. Corrado, C. Zapata, and F. Paz, “Improving the usability in a video game through continuous usability evaluations,” *Lect. Notes Comput. Sci.*, vol. 10289, no. July, pp. 310–323, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-58637-3.
- [106] A. Donker and P. Markopoulos, “A comparison of Think-aloud, questionnaires and interviews for testing usability with children,” 2005.
- [107] M. de B. Campos and J. Damasio Oliveira, “Usability, accessibility and gameplay heuristics to evaluate audio games for users who are blind,” *18th Int. Conf. HCI Int.*, vol. 9737, pp. 465–471, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-40250-5.
- [108] S. Song, J. Lee, and I. Hwang, “A new framework of usability evaluation for massively multi-player online game: Case study of ‘World of Warcraft’ game,” *Human-Computer Interact.*, pp. 341–350, 2007.
- [109] J. Nielsen and R. Molich, “Heuristic evaluation of user interfaces,” *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, no. April, pp. 249–256, 1990, doi: 10.1145/97243.97281.
- [110] M. D. Jennings, “Gap analysis: Concepts, methods, and recent results,” *Landsc. Ecol.*, vol. 15, no. 1, pp. 5–20, 2000, doi: 10.1023/A:1008184408300.
- [111] T. W. Malone, “Heuristics for designing enjoyable user interfaces,” in *Proceedings of the 1982 conference on Human factors in computing systems - CHI '82*, 1982, pp. 63–68, doi: 10.1145/800049.801756.
- [112] M. A. Federoff, “Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games,” Indiana University, 2002.
- [113] H. Desurvire and C. Wiberg, “Game usability heuristics (PLAY) for evaluating and designing better games: The next iteration,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5621 LNCS, pp. 557–566, 2009, doi: 10.1007/978-3-642-02774-1_60.
- [114] N. J. Whitton, “An Investigation into the Potential of Collaborative Computer Game-Based Learning in Higher Education,” 2007.
- [115] P. R. Albion, “Heuristic evaluation of educational multimedia: From theory to

- practice,” *16th Annu. Conf. Australas. Soc. Comput. Learn. Tert. Educ.*, pp. 9–15, 1999.
- [116] S. Song and J. Lee, “Key factors of heuristic evaluation for game design: Towards massively multi-player online role-playing game,” *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 65, no. 8, pp. 709–723, 2007, doi: 10.1016/j.ijhcs.2007.01.001.
- [117] J. Nielsen, “Severity Ratings for Usability Problems,” *Nielsen Norman Group*, 1995.
- [118] J. Sauro, “Rating the Severity of Usability Problems,” *MeasuringU*, 2013. [Online]. Available: <https://measuringu.com/rating-severity/>. [Accessed: 06-Jan-2021].
- [119] J. Sauro and J. R. Lewis, “Standardized usability questionnaires,” in *Quantifying the User Experience*, Second Edi., Elsevier Inc., 2016, pp. 185–248.
- [120] H. L. McQuaid and D. Bishop, “An integrated method for evaluating interfaces,” *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, no. March 2016, pp. 287–288, 2001, doi: 10.1145/634067.634237.
- [121] J. Brooke, “SUS: a ‘Quick and dirty’ usability scale,” in *Usability evaluation in industry*, 1996, pp. 189–194.
- [122] J. Kirakowski and M. Corbett, “SUMI: the Software Usability Measurement Inventory,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 24, no. 3, pp. 210–212, Sep. 1993, doi: 10.1111/j.1467-8535.1993.tb00076.x.
- [123] A. Sánchez, M. Romero, and J. Bada, “Diseño y validación de un cuestionario para evaluar contenidos de educación en valores en educación secundaria obligatoria.,” Universidad católica de Murcia, 2016.
- [124] J. R. Lewis, “Psychometric Evaluation of the PSSUQ Using Data from Five Years of Usability Studies,” *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, vol. 14, no. 3–4, pp. 463–488, Sep. 2002, doi: 10.1080/10447318.2002.9669130.
- [125] J. R. Lewis, “Measuring Perceived Usability: The CSUQ, SUS, and UMUX,” *Int. J. Human–Computer Interact.*, vol. 34, no. 12, pp. 1148–1156, Dec. 2018, doi: 10.1080/10447318.2017.1418805.
- [126] B. D. Harper and K. L. Norman, “Improving user satisfaction: The questionnaire for user interaction satisfaction version 5.5,” *Proc. Mid Atl. Hum. Factors Conf.*, no. June, pp. 224–228, 1998.
- [127] S. G. Hart and L. E. Staveland, “Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research,” *Hum. Ment. Workload*, pp. 139–170,

1988, doi: 10.1007/s10749-010-0111-6.

- [128] W. A. Ijsselsteijn, Y. Kort, and K. Poels, "The Game Experience Questionnaire.," *fun gaming Meas. Hum. Exp. media enjoyment.*, vol. 2005, no. 2013, pp. 1–47, 2013.
- [129] C. G. Von Wangenheim, G. Petri, and A. Borgatto Ferreti, "MEEGA + KIDS : A model for the evaluation of educational games for computing education in secondary school.," *Inst. Nac. para Converg. Digit.*, no. August, 2018.
- [130] A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller, "Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale," *J. usability Stud.*, vol. 4, no. 3, pp. 114–123, 2009.
- [131] A. Rautela, "The usability testing process (Diagram)," *Cone Trees.*, p. 2, 2018.
- [132] M. P. González, J. Lorés, and A. Pascual, "Evaluación heurística," in *La interacción Persona-Ordenador*, AIPO: Asociación interacción persona-ordenador, 2006, pp. 100–137.
- [133] L. Faulkner, "Beyond the five-user assumption: Benefits of increased sample sizes in usability testing.," *Behav. Res. Methods, Instruments Comput.*, vol. 35, no. 3, pp. 379–383, 2003, doi: 10.1109/DCABES.2011.32.

ANEXOS

Debido a su extensión, los anexos se presentan en formato digital (Ver CD adjunto).

- Anexo 1. Matriz de búsqueda.
- Anexo 2. Matriz evaluación de la calidad.
- Anexo 3. Instrumentos para heurísticas.
- Anexo 4. Instrumentos para cuestionarios.
- Anexo 5. Matriz Comparativa.
- Anexo 6.1. Informe evaluación heurística_Prob. Graves.
- Anexo 6.2. Informe evaluación heurística_Prob. Leves.
- Anexo 7. Lista de Heurísticas_Evaluador.
- Anexo 8.1 Instrucciones para el usuario EPN.
- Anexo 8.2 Instrucciones para el usuario Invitado.
- Anexo 9. Informe Cuestionario.