

# UCUENCA

## Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería de Sistemas

Método de evaluación de la usabilidad de juegos serios para la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria

Trabajo de Titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero de Sistemas

### **Autores:**

Moisés Santiago Arévalo Angamarca

**CI:** 0106457492

**Correo electrónico:** arevalomoises00@gmail.com

Vanessa María Romero León

**CI:** 0704371897

**Correo electrónico:** vane.romero.leon@gmail.com

### **Directora:**

Ing. Irene Priscila Cedillo Orellana, PhD.

**CI:** 0102815842

**Cuenca, Ecuador**

21-septiembre-2022

## Resumen:

En los últimos años, el desarrollo y utilización de juegos serios se ha masificado y está siendo utilizado de manera recurrente en varios entornos en los cuales el aprendizaje de un tema específico se junta con aspectos lúdicos. Estos juegos tienen el objetivo de enseñar a la población en diferentes áreas (p. ej. salud, educación, gobierno, negocios) por lo cual tienden a estimular funciones cognitivas tales como memoria, lenguaje, razonamiento, atención, entre otras. Sin embargo, con el aumento del desarrollo también nace la necesidad de presentar juegos de buena calidad que mejoren la experiencia del usuario considerando que los usuarios son diversos (p. ej. niños, adultos mayores, personas con discapacidad).

De allí que, en este trabajo de titulación, se propone el método SG-QUAM, que tiene como objetivo, evaluar la calidad de juegos serios y está alineado con en el estándar ISO/IEC 25040. Además, presenta un modelo de calidad en uso y producto basado en la ISO/IEC 25010, con varios atributos para el proceso de evaluación de juegos serios. Adicionalmente, presenta la validez de este método a través del desarrollo de un cuasiexperimento; en el mismo, participaron 17 personas, los resultados dan a conocer que, el método puede ser aplicado en la práctica; asimismo, se presenta un caso de estudio en donde se muestra paso a paso la evaluación de calidad de un juego serio, para de esta manera, evaluar su aceptación tecnológica.

**Palabras clave:** Juegos serios. Calidad de software. Usabilidad. Portabilidad. Funciones cognitivas. Atención. Memoria.

**Abstract:**

In recent years, the development and use of serious games has become widespread and is being used recurrently in various environments in which the learning of a specific subject is combined with ludic aspects. These games have the objective of teaching the population in different areas (e.g. health, education, government, business) and therefore tend to stimulate cognitive functions such as memory, language, reasoning, attention, among others. However, with the increase of development also comes the need to present good quality games that improve the user experience considering that users are diverse (e.g. children, elderly, people with disabilities).

Hence, in this degree work, the SG-QUAM method is proposed, which aims to evaluate the quality of serious games and is aligned with the ISO/IEC 25040 standard. It also presents a quality model in use and product based on ISO/IEC 25010, with several attributes for the serious games evaluation process. Additionally, it presents the validity of this method through the development of a quasi-experiment; 17 people participated in it, the results show that the method can be applied in practice; also, a case study is presented where the quality evaluation of a serious game is shown step by step, in order to evaluate its technological acceptance.

**Keywords:** Serious games. Software quality. Usability. Portability. Cognitive functions. Attention. Memory.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>21</b>
1.1 Motivación .....	21
1.2 Hipótesis.....	22
1.3 Objetivos .....	23
1.3.1. Objetivo general.....	23
1.3.1. Objetivos específicos .....	23
1.4 Método de investigación .....	24
1.5 Contexto.....	27
1.6 Estructura del trabajo.....	27
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>29</b>
2.1 Juego / Video Juego .....	29
2.2 Juegos serios .....	29
2.3 Calidad de software .....	30
2.4 Estándares de calidad .....	31
2.4.1. Estándar ISO/IEC 25010.....	31
2.4.2. Estándar ISO/IEC 25022.....	32
2.4.3. Estándar ISO/IEC 25023.....	33
2.4.4. Estándar ISO/IEC 25040.....	33
2.4.5. Estándar ISO 9241-11.....	33
2.5 Funciones cognitivas .....	33
<b>CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>35</b>
3.1 Revisión de la literatura .....	35
3.2 Método de estudio .....	35
3.2.1. Fase de planificación .....	35
3.2.1.1. Formulación de las preguntas y subpreguntas de investigación .....	35
3.2.1.2. Identificación de las fuentes de datos y estrategias de búsqueda.....	37
3.2.1.3. Selección de estudios primarios .....	40
3.2.1.4. Estrategias de extracción de datos .....	40
3.2.1.5. Evaluación de la calidad .....	42
3.2.2. Fase de ejecución.....	42

3.2.2.1. Proceso de búsqueda.....	42
3.2.2.2. Selección de estudios.....	43
3.2.2.3. Extracción de datos y síntesis de la información.....	44
3.2.3. Fase de reporte de la discusión .....	44
3.2.3.1. Resultados de estudios primarios.....	44
3.2.3.2. Análisis de los resultados .....	48
3.2.3.3. Comparación de los criterios de extracción.....	53
<b>CAPÍTULO 4: MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD .....</b>	<b>56</b>
4.1 Contexto.....	56
4.2 Metodología propuesta.....	56
4.2.1. Fase de establecimiento de requisitos de la evaluación.....	57
4.2.1.1 Guías de la etapa de requisitos de la evaluación.....	58
4.2.1.2 Artefactos de la etapa de requisitos de la evaluación .....	59
4.2.2. Fase de especificación de la evaluación .....	60
4.2.2.1 Guías relacionadas en la fase de especificación de la evaluación .....	61
4.2.2.2 Artefactos obtenidos en la fase de especificación de la evaluación .....	61
4.2.3. Fase de diseño de la evaluación.....	63
4.2.3.1 Guías de la etapa de requisitos de la evaluación.....	64
4.2.3.2 Artefactos de la etapa de requisitos de la evaluación .....	64
4.2.4. Fase de ejecución de la evaluación.....	64
4.2.4.1 Guías relacionadas en la fase de ejecución de la evaluación .....	66
4.2.4.2 Artefactos obtenidos en la fase de especificación de la evaluación .....	66
4.2.5. Fase de conclusión de la evaluación.....	66
4.2.5.1 Artefactos de la etapa de requisitos de la evaluación .....	67
<b>CAPÍTULO 5: MODELO DE CALIDAD .....</b>	<b>69</b>
5.1 Modelo de calidad de producto.....	69
5.1.1. Usabilidad .....	69
5.1.2. Portabilidad.....	73
5.2 Modelo de calidad en uso.....	74
5.2.1. Usabilidad .....	74
<b>CAPÍTULO 6: CASO DE ESTUDIO.....</b>	<b>77</b>
Etapa 1. Requisitos de la evaluación .....	77
1.1 Establecer los objetivos de evaluación del juego serio .....	77

1.2 Obtener los requisitos de calidad del juego serio .....	77
1.3 Identificar los módulos del juego serio a evaluar .....	78
1.4 Definir el rigor de la evaluación .....	78
Etapa 2. Especificación de la evaluación .....	78
2.1 Seleccionar componentes de software para la evaluación del juego serio .....	78
2.2 Seleccionar los componentes de hardware para la evaluación del juego serio .....	79
2.3 Seleccionar los atributos de calidad para los componentes .....	79
2.4 Definir umbrales para funciones cognitivas de atención y memoria .....	83
2.5 Definir criterios de evaluación del juego serio .....	84
Etapa 3. Diseño de la evaluación .....	86
3.1 Definir las restricciones de la evaluación del juego serio .....	86
3.2 Diseñar el plan de verificación .....	86
3.3 Diseñar el plan de validación .....	89
Etapa 4. Ejecución de la evaluación .....	89
4.1 Ejecución del plan de verificación .....	89
4.2 Ejecución del plan de validación: .....	93
4.2.1 Preparación para la evaluación con usuarios .....	93
4.2.2 Evaluación con usuarios .....	93
4.3 Análisis de los pre-resultados de la evaluación con usuarios .....	93
Etapa 5. Conclusión de la evaluación. ....	94
5.1 Revisar los resultados de la evaluación .....	94
5.2 Análisis de resultados .....	96
<b>CAPÍTULO 7: VALIDACIÓN DEL MÉTODO .....</b>	<b>98</b>
7.1 Contextualización .....	98
7.2 Modelos teóricos de evaluación de ingeniería de software .....	98
7.2.1. Modelo de aceptación de tecnología (TAM) .....	98
7.2.2. Modelo de evaluación de métodos (MEM) .....	99
7.3 Cuasiexperimento dirigido a ingenieros de software .....	99
7.3.1. Adaptando MEM .....	100
7.3.2. Definición del alcance .....	103
7.3.3. Planificación del cuasiexperimento.....	104
7.3.4. Ejecución y análisis del cuasiexperimento.....	107
7.4 Empaquetado y presentación de los resultados.....	113
7.5 Amenazas a la validez.....	121

7.5.1. Validez interna .....	121
7.5.2. Validez externa .....	121
7.5.3. Validez del constructo .....	121
7.5.4. Validez de la conclusión .....	121
<b>CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO .....</b>	<b>122</b>
8.1 Conclusiones .....	122
8.2 Contribuciones .....	124
8.3 Trabajo Futuro .....	125
8.4 Difusión de resultados .....	125
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>127</b>
Apéndice A: Estudio seleccionados en el estado del arte .....	133
Apéndice B: Estudios y resultados de los criterios de extracción .....	142
Apéndice C: Usuario persona .....	150
Apéndice D: Método SG-QUAM .....	150
Apéndice E: Descripción del juego serio Memory Matrix Game .....	154
Apéndice F: Método MoSCow .....	155
Apéndice G: Modelo de calidad en producto versión simplificada para el entrenamiento del experimento .....	156
Apéndice H: Modelo de calidad de uso versión simplificada para el entrenamiento del experimento .....	159
Apéndice I: Descripción del ejercicio de entrenamiento .....	160
Apéndice H: Descripción del juego serio “juego de pares” .....	166
Apéndice J: Modelo de calidad en producto versión simplificada para el desarrollo del experimento .....	167
Apéndice J: Modelo de calidad en uso versión simplificada para el desarrollo del experimento .....	169
Apéndice K: Descripción del ejercicio para el desarrollo del experimento .....	170
Apéndice L: Modelo de calidad de producto completo .....	176
Apéndice M: Modelo de calidad en uso completo .....	180
Appendices N: Towards the Evaluation of the Usability and Portability of Serious Games 182	
Apéndice O: Evaluating the Product Quality of Videogames Emphasizing Serious Games: A Systematic Literature Review .....	183
Apéndice P: Serious Game Quality Assessment Method: Empirical Evaluation and Case of Study. 184	
<b>ANEXOS .....</b>	<b>185</b>

Anexo A: Encuesta TAM para la evaluación del método SG-QUAM.....	185
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>191</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Cadena de búsqueda. Fuente: Elaboración propia.....	37
<b>Tabla 2.</b> Cadena de búsqueda empleada en cada biblioteca digital. Fuente: Elaboración propia. .....	38
<b>Tabla 3.</b> Selección de revistas y conferencias para la búsqueda manual. Fuente: Elaboración propia.....	39
<b>Tabla 4.</b> Criterios de extracción. Fuente: Elaboración propia. ....	40
<b>Tabla 5.</b> Calidad de los estudios. Fuente: Elaboración propia.....	42
<b>Tabla 6.</b> Número de estudios obtenidos mediante el uso de una cadena de búsqueda. Fuente: Elaboración propia. ....	42
<b>Tabla 7.</b> Número de estudios obtenidos mediante la búsqueda manual. Fuente: Elaboración propia.....	43
<b>Tabla 8.</b> Resultados según los criterios de extracción. Fuente: Elaboración propia. ....	45
<b>Tabla 9.</b> Atributos de la sub característica Inteligibilidad. Fuente: Elaboración propia. ....	69
<b>Tabla 10.</b> Atributos de la sub característica Aprendizaje. Fuente: Elaboración propia. ....	70
<b>Tabla 11.</b> Atributos de la sub característica Operabilidad. Fuente: Elaboración propia. ....	70
<b>Tabla 12.</b> Atributos de la sub característica Protección contra errores de usuarios. Fuente: Elaboración propia. ....	72
<b>Tabla 13.</b> Atributos de la sub característica Accesibilidad. Fuente: Elaboración propia. ....	72
<b>Tabla 14.</b> Atributos de la sub característica Estética. Fuente: Elaboración propia. ....	73
<b>Tabla 15.</b> Atributos de la sub característica Adaptabilidad. Fuente: Elaboración propia. ....	73
<b>Tabla 16.</b> Atributos de la sub característica Capacidad de ser instalado. Fuente: Elaboración propia.....	73
<b>Tabla 17.</b> Atributos de la sub característica Capacidad para ser reemplazado. Fuente: Elaboración propia. ....	74
<b>Tabla 18.</b> Atributos de la sub característica Efectividad. Fuente: Elaboración propia. ....	74
<b>Tabla 19.</b> Atributos de la sub característica Eficiencia. Fuente: Elaboración propia. ....	74
<b>Tabla 20.</b> Atributos de la sub característica Adaptabilidad. Fuente: Elaboración propia. ....	75
<b>Tabla 21.</b> GQM Objetivos de evaluación del juego serio “álbum de los recuerdos”. Fuente: Elaboración propia. ....	77
<b>Tabla 22.</b> Elementos a evaluar del juego serio “álbum de los recuerdos”. Fuente: Elaboración propia.....	78
<b>Tabla 23.</b> Atributos de calidad a evaluar en el juego serio " álbum de los recuerdos ". Fuente: Elaboración propia. ....	79
<b>Tabla 24.</b> Umbrales definidos por el manual Neuropsi, para memoria de evocación. Fuente: Elaboración propia. ....	83
<b>Tabla 25.</b> Umbrales equivalentes para una figura semicompleja de 9 partes. Fuente: Elaboración propia. ....	83
<b>Tabla 26.</b> Lista de atributos y rigor para la evaluación del juego serio "álbum de los recuerdos". Fuente: Elaboración propia.....	84
<b>Tabla 27.</b> Criterios para la evaluación de atributos de calidad. Fuente: Elaboración propia. 87	

<b>Tabla 28.</b> Resultados obtenidos de la ejecución del plan de verificación. Fuente: Elaboración propia.....	90
<b>Tabla 29.</b> Pre-resultados de la evaluación de calidad en uso. Fuente: Elaboración propia. ...	93
<b>Tabla 30.</b> Resultados obtenidos de la aplicación del Neuropsi. Fuente: Elaboración propia.	94
<b>Tabla 31.</b> Resultados obtenidos de la aplicación del Neuropsi adaptada para el juego serio "álbum de los recuerdos". Fuente: Elaboración propia. ....	94
<b>Tabla 32.</b> Resultados de la evaluación de calidad de producto para el juego serio "álbum de los recuerdos". Fuente: Elaboración propia. ....	95
<b>Tabla 33.</b> Cuestionario para medir las variables de percepción. Fuente: Elaboración propia. ....	101
<b>Tabla 34.</b> Objetivo del cuasiexperimento. Fuente: Elaboración propia. ....	103
<b>Tabla 35.</b> Variables independientes basadas en la percepción. Fuente: Elaboración propia. ....	105
<b>Tabla 36.</b> Descripción de las variables basadas en el rendimiento. Fuente: (Cedillo Orellana, 2017).....	106
<b>Tabla 37.</b> Prueba de Shapiro-Wilk. Fuente: Elaboración propia. ....	108
<b>Tabla 38.</b> Estadística descriptiva para las variables basadas en la percepción del usuario. Fuente: Elaboración propia.....	109
<b>Tabla 39.</b> Niveles de significancia propuestos por Moody. Fuente: (Moody, 2001).....	109
<b>Tabla 40.</b> Regresión simple entre la eficiencia actual y la facilidad de uso percibida. Fuente: Elaboración propia. ....	110
<b>Tabla 41.</b> Regresión simple entre la efectividad actual y la utilidad percibida. Fuente: Elaboración propia.....	111
<b>Tabla 42.</b> Regresión simple entre la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida. Fuente: Elaboración propia. ....	111
<b>Tabla 43.</b> Regresión simple entre la intención de uso y la utilidad percibida. Fuente: Elaboración propia. ....	112
<b>Tabla 44.</b> Regresión lineal simple entre la intención de uso y la facilidad de uso percibida. Fuente: Elaboración propia.....	112
<b>Tabla 45.</b> Resumen de la evaluación del método SG-QUAM. Fuente: Elaboración propia. ....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fases del método de investigación. Fuente: (Hernández, 2014).....	24
<b>Figura 2.</b> Pasos para realizar una revisión sistemática de la literatura. Fuente: (B. Kitchenham & Charters, 2007).....	36
<b>Figura 3.</b> Estudios seleccionados mediante una búsqueda automática. Fuente: Elaboración propia.....	43
<b>Figura 4.</b> Países a los que pertenece cada estudio. Fuente: Elaboración propia.....	52
<b>Figura 5.</b> Estudios por cada año. Fuente: Elaboración propia.....	53
<b>Figura 6.</b> Relación entre EC11 y EC6. Fuente: Elaboración propia.....	54
<b>Figura 7.</b> Relación entre EC8 y EC7. Fuente: Elaboración propia.....	54
<b>Figura 8.</b> Relación entre EC8 y EC7. Fuente: Elaboración propia.....	55
<b>Figura 9.</b> Método de evaluación de la calidad SG-QUAM. Fuente: Elaboración propia.....	57
<b>Figura 10.</b> Diagrama de roles. Fuente: Elaboración propia.....	58
<b>Figura 11.</b> Fase de establecimiento de requisitos. Fuente: Elaboración propia.....	59
<b>Figura 12.</b> Fase de especificación de la evaluación. Fuente: Elaboración propia.....	62
<b>Figura 13.</b> Fase de diseño de la evaluación. Fuente: Elaboración propia.....	63
<b>Figura 14.</b> Fase de ejecución de la evaluación. Fuente: Elaboración propia.....	65
<b>Figura 15.</b> Fase de conclusión de la evaluación. Fuente: Elaboración propia.....	67
<b>Figura 16.</b> Modelo de aceptación tecnológica, TAM. Fuente: (Davis, 1989).....	99
<b>Figura 17.</b> Modelo de evaluación de métodos (MEM). Fuente: (Davis, 1989).....	100
<b>Figura 18.</b> Modelo de aceptación tecnológica, TAM. Fuente: (Davis, 1989).....	102
<b>Figura 19.</b> Diagrama de cajas para las variables PEOU, PU e ITU. Fuente: Elaboración propia.....	108
<b>Figura 20.</b> Pregunta 1 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	113
<b>Figura 21.</b> Pregunta 2 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	114
<b>Figura 22.</b> Pregunta 3 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	114
<b>Figura 23.</b> Pregunta 4 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	115
<b>Figura 24.</b> Pregunta 5 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	115
<b>Figura 25.</b> Pregunta 6 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	116
<b>Figura 26.</b> Pregunta 7 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	116
<b>Figura 27.</b> Pregunta 8 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	116
<b>Figura 28.</b> Pregunta 9 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	117
<b>Figura 29.</b> Pregunta 10 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	117
<b>Figura 30.</b> Pregunta 11 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	118
<b>Figura 31.</b> Pregunta 12 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	118
<b>Figura 32.</b> Pregunta 13 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	119
<b>Figura 33.</b> Pregunta 14 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.....	119
<b>Figura 34.</b> Conclusiones de la aplicación de MEM al método SG-QUAM. Fuente: Elaboración propia.....	120

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Moisés Santiago Arévalo Angamarca en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Método de evaluación de la usabilidad de juegos serios para la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de septiembre de 2022



Moisés Santiago Arévalo Angamarca

C.I: 0106457492

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Vanessa María Romero León en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Método de evaluación de la usabilidad de juegos serios para la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de septiembre de 2022



---

Vanessa María Romero León

C.I: 0704371897

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Moisés Santiago Arévalo Angamarca, autor/a del trabajo de titulación "Método de evaluación de la usabilidad de juegos serios para la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 21 de septiembre de 2022



Moisés Santiago Arévalo Angamarca

C.I: 0106457492

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Vanessa María Romero León, autor/a del trabajo de titulación "Método de evaluación de la usabilidad de juegos serios para la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 21 de septiembre de 2022



---

Vanessa María Romero León

C.I: 0704371897

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestra directora, Ing. Priscila Cedillo, por su gran labor como docente, por su cariño y pasión con la que nos supo transmitir su amplio conocimiento en diferentes áreas que formaron parte de nuestra formación académica.

A la Ing. Cristina Sánchez por su paciencia, guía y ayuda en el desarrollo de este trabajo de titulación y diferentes artículos académicos de los cuales nos sentimos felices de haberlos publicado.

A la Universidad de Cuenca, por brindarnos una educación gratuita de calidad.

A nuestra familia por el apoyo que nos han brindado en nuestros años de estudio.

Por último, agradecemos a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de este trabajo de titulación directa o indirectamente. Amigos y amigas que nos apoyaron en el área de psicología y compañeros de la Universidad del Azuay.

***Moisés Arévalo Angamarca***

***Vanessa Romero León***

## DEDICATORIA

A mi familia materna, por su apoyo y cariño incondicional.

A mi mamá Ángeles por ser mi ejemplo a seguir, por alentarme y aconsejarme para no darme por vencido en las adversidades de la vida.

A mi abuelita Margarita y mi tía Cecilia que han estado pendientes de mi en cada momento.

A mis hermanos David, Juan y Lupe por ser la alegría en mi vida y mi motivación para seguir adelante.

***Moisés Arévalo Angamarca***

## DEDICATORIA

A mis padres Tito y Maricarmen, quienes me han enseñado a esforzarme por perseguir mis metas con su ejemplo de lucha y constancia. Por guiarme y apoyarme durante toda esta etapa, porque sin ellos no hubiese sido posible.

A mi hermano Alejandro, por siempre estar para escucharme y apoyarme. Por ser mi mayor motivación para seguir adelante, dar lo mejor de mí y nunca rendirme.

A mis abuelitos Esteban, Carmen, Luis, Irma, José y Delfina, por cuidarme siempre con tanto cariño y amor.

A las personas que han formado parte de mi vida durante esta etapa y han contribuido para que cumpla este objetivo.

**Vanessa Romero León**

## ACRÓNIMOS

### A

#### **AE**

Apariencia estética.

#### **AR**

Apariencia realista.

#### **AUDA**

Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva.

#### **AUDC**

Accesibilidad para usuarios con discapacidad cognitiva.

#### **AUDF**

Accesibilidad para usuarios con discapacidad.

#### **AUDV**

Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual.

#### **AYA**

Ayuda.

### B

#### **BCI**

Interfaces cerebro – computador (*Brain Computer Interfaces*).

### C

#### **CT**

Comprensibilidad terminológica.

### D

#### **DIE**

Diseño de la interfaz.

#### **DEMF**

Demostración del funcionamiento.

## **DESF**

Descripción de las funciones.

## **G**

## **GIIT DIE**

Diseño de la interfaz.

## **GX**

Game experience.

## **H**

## **HCI**

Human Computer Interface-

## **L**

## **LET**

Legibilidad.

## **M**

## **ME**

Mensajes de error.

## **MJS**

Mecánica del juego serio.

## **MR**

Mensaje de retroalimentación.

## **N**

## **NFD**

Navegabilidad entre funciones disponibles Diseño de la interfaz -

## **R**

## **RC**

Reglas claras.

## **RT**

Restricción de tiempo.

## **S**

# UCUENCA

## **SI**

Simplicidad de la interfaz.

## **SG**

Juegos Serios (Serious Games).

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene como objetivo presentar la motivación, los objetivos, el método de investigación, el contexto, y finalmente la estructura del presente trabajo de titulación.

### 1.1 Motivación

De acuerdo a Hess “las funciones cognitivas se definen como la función mental de orden superior que involucra el procesamiento de información y que requiere la actividad integrada de varias áreas del cerebro. Los procesos mentales de orden superior incluyen la memoria, la velocidad psicomotora y el funcionamiento ejecutivo (por ejemplo, planificación, concentración, atención, toma de decisiones, iniciación, persistencia de tareas, razonamiento abstracto)” (Hess & Insel, 2007). Estas se deterioran durante el proceso de envejecimiento y el grado de deterioro, depende del tipo de función, las características individuales del sujeto y el contexto en el que se desenvuelve, antecedentes familiares, condiciones psiquiátricas previas y adicciones (María Teresa Climent, 2014). La estimulación del cerebro, impacta positivamente en las funciones cognitivas, ayudando a reducir su deterioro (Stanmore et al., 2017a). En este contexto, existen herramientas para la estimulación cognitiva; tales como, cuadernos de ejercicios, rompecabezas, música, video juegos, entre otros (Sokolov et al., 2020; Woods et al., 2012).

Hoy en día, los videojuegos tienen una gran presencia a nivel mundial; se estima que, más de 2.500 millones de personas los utilizan (Lopez & Gaibor, 2019). Específicamente, un juego es un tipo de actividad en la que los jugadores intentan conseguir un objetivo de acuerdo con reglas impuestas (Suryapranata et al., 2017). En este contexto, surgen los juegos serios; este tipo de juegos son "juegos que están diseñados para educar, entrenar o cambiar comportamientos mientras entretienen a los jugadores" (Suryapranata et al., 2017). Además, estos juegos se pueden utilizar en diferentes áreas (p. ej., bienestar mental, educación, defensa), proporcionando una amplia variedad de beneficios: motivación para aprender, destrezas en la resolución de problemas y mejora de las capacidades cognitivas (García-Mundo et al., 2015; Suryapranata et al., 2017). Especialmente, en el entrenamiento cognitivo, estos juegos son altamente efectivos ya que involucran a las personas en tareas cognitivas exigentes y el entrenamiento simultáneo de múltiples procesos cognitivos (Anguera et al., 2013).

Varios estudios muestran que, no todos los juegos alcanzan los objetivos para los que fueron diseñados (Lopez & Gaibor, 2019; van der Kuil et al., 2018). Entonces, la investigación en esta área comúnmente asume que los videojuegos tienden a atraer al público, por lo tanto,

cuando se aplican en contextos serios, la experiencia debería ser más memorable y potencialmente más efectiva (Hookham & Nesbitt, 2019). Cuando estos objetivos no se alcanzan por completo, otras investigaciones (Abdellatif et al., 2018; González et al., 2009; Lopez & Gaibor, 2019; Wibawa et al., 2018) sugieren analizar métricas aplicables a juegos serios. Por ejemplo, López y Gaibor (Lopez & Gaibor, 2019) establecen que para evaluar un juego serio se deben considerar las siguientes características: usabilidad, motivación, compromiso, experiencia de usuario y comprensibilidad. Sin embargo, estas investigaciones no presentan una metodología a seguir para realizar las evaluaciones de juegos serios.

Por lo tanto, en este trabajo de titulación, se propone un método para evaluar la calidad de juegos serios orientados a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria. Este método se basa en los lineamientos de la norma ISO/IEC 25040, que propone un modelo de referencia para evaluar software donde se consideran las entradas, restricciones y recursos necesarios para obtener los resultados esperados (ISO/IEC, 2016c). Adicionalmente este estudio presenta un modelo de calidad con el objetivo de evaluar diferentes características de los juegos serios; este se basa en la norma ISO/IEC 25010, cuyo principal objetivo es “orientar el desarrollo de productos software especificando requisitos y evaluando características de calidad” (ISO/IEC 25010, 2011).

Además, el modelo de calidad propuesto, es utilizado en el método de evaluación de la calidad del producto de software y la calidad en uso presentado en este trabajo. De allí que, se entiende la calidad de producto, como el grado en que un producto de software satisface necesidades explícitas e implícitas cuando se utiliza en condiciones específicas (ISO/IEC 25010, 2011). Mientras que, la calidad en uso es el grado en que los usuarios específicos pueden utilizar un producto o sistema para satisfacer sus necesidades (ISO/IEC 25010, 2011). Específicamente, el modelo de calidad está diseñado para evaluar la satisfacción, la usabilidad y la portabilidad de juegos serios. Por lo tanto, la norma ISO/IEC 25010 define estas tres características como: i) satisfacción es el grado en que se satisfacen las necesidades de los usuarios cuando se utiliza un sistema en un contexto determinado; ii) usabilidad se refiere a la capacidad del producto para ser comprendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario, cuando se usa bajo ciertas condiciones; y iii) la portabilidad es la capacidad de un producto o componente para ser transferido de manera efectiva y eficiente (ISO/IEC 25010, 2011).

## 1.2 Hipótesis

La hipótesis de partida de este trabajo de titulación es un método de evaluación de usabilidad de juegos serios orientado a funciones cognitivas de atención y memoria es útil para identificar

posibles defectos en calidad de uso y calidad de producto. Esta hipótesis general se basa en las siguientes hipótesis específicas:

**H1.** No existen métodos de inspección de calidad para evaluar juegos serios orientados a funciones cognitivas de atención y memoria.

**H2.** Evaluar un juego serio antes de un entorno pre o post producción, mejora la calidad final del producto de software.

**H3.** La utilización de estándares para la creación de un modelo de calidad de juego serios permite especificar las características y atributos de calidad de una manera estructurada y guiada.

**H4.** La utilización de estándares para la creación de un método de calidad de juego serios permite especificar las etapas de evaluación de una manera estructurada y guiada.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

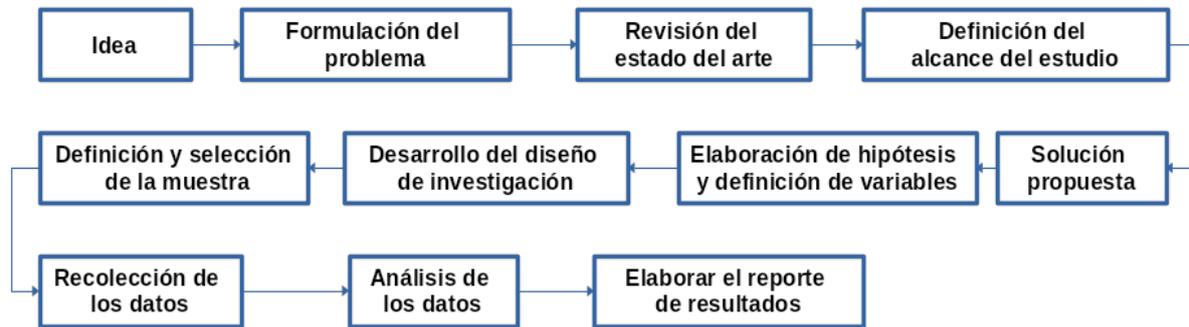
Proponer y aplicar un método de evaluación de calidad de producto y en uso de juegos serios para la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria.

### 1.3.1. Objetivos específicos

- Realizar una revisión sistemática de los estándares y modelos de calidad existentes para videojuegos que se puedan extender a juegos serios.
- Diseñar un modelo de calidad orientado a la medición de la usabilidad, portabilidad y experiencia de usuario, basado en el estándar ISO/IEC 25010 para evaluar juegos serios.
- Proponer y aplicar un método de calidad basado en la norma ISO/IEC 25040 para realizar la evaluación de calidad de juegos serios.
- Validar el método de calidad propuesto mediante caso de estudio y/o cuasiexperimento, los juegos a ser evaluados serán los desarrollados dentro de un grupo de investigación de la Universidad de Cuenca (juego de rompecabezas, juego de pares, juego de atención, álbum de los recuerdos), mismos que han estado orientados al refuerzo cognitivo de atención y memoria. La evaluación de la calidad se la realizará en el contexto de ingenieros de sistemas, ingenieros del software, ingenieros de calidad y/o afines.

## 1.4 Método de investigación

En esta sección, se detalla la metodología cuantitativa propuesta por Hernández (2014) utilizada en esta investigación, en la Figura 1 se pueden ver las fases.



**Figura 1.** Fases del método de investigación. Fuente: (Hernández, 2014).

### 1. Idea

En el primer paso, los investigadores realizan un estudio previo, para tener un acercamiento a la realidad. De aquí, surgen las ideas relacionadas con la evaluación de la calidad de los juegos serios, lo que permite definir el objetivo general del estudio.

### 2. Formulación del problema

Para realizar el planteamiento del problema se deben proponer objetivos específicos que contribuyan a alcanzar el objetivo general del estudio, así como la motivación del mismo. Para lograr esto se pueden establecer preguntas de investigación, justificar el estudio y su viabilidad.

### 3. Revisión del estado del arte

En este paso se hace una revisión de la literatura con el objetivo de crear un fundamento teórico y el conocimiento del estado de la investigación a nivel mundial, para lo cual se hace una revisión sistemática siguiendo la metodología propuesta por Kitchenham (2007); esta revisión aborda los temas que son de gran importancia para el cumplimiento de este trabajo, tales como: métodos, modelos y/o estándares para la evaluación calidad de juegos serios. Para esta etapa se ha optado por aplicar la metodología propuesta por Kitchenham et al., que consta de tres fases (B. Kitchenham & Charters, 2007):

**a) Planificación.** En esta fase se va a identificar la necesidad de la revisión y definir el protocolo de revisión, por lo que incluye lo siguiente:

- Preguntas de investigación que aporten al cumplimiento de los objetivos planteados en un inicio.

- Estrategia de búsqueda que consiste en realizar búsquedas manuales en revistas y conferencias y, búsquedas automáticas en librerías digitales mediante una cadena de búsqueda.
  - Periodo de búsqueda que permite delimitar la búsqueda a un periodo de tiempo.
  - Criterios de inclusión y exclusión, es decir, parámetros que se fijan para aceptar o rechazar un artículo científico.
  - Criterios de extracción, son parámetros para clasificar los estudios recopilados por categorías, permitiendo así obtener resultados más adelante.
  - Aseguramiento de la calidad permite obtener resultados que son útiles para la investigación.
- b) Conducción y ejecución.** En esta fase se clasifican los artículos científicos mediante los criterios de inclusión, exclusión y extracción.
- c) Reporte de resultados.** Esta fase trata de analizar e interpretar los resultados, los cuales dan conclusiones que son de relevancia para la investigación.

#### 4. Definición del alcance del estudio

Este paso define el alcance de los resultados a ser obtenidos, de los cuales existen 4 tipos de alcance: es exploratorio cuando se examina un tema poco estudiado. Es descriptivo cuando se especifican propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno estudiado. Es correlacional cuando se asocian variables mediante un patrón para beneficiar un grupo de la población y por último es un alcance exploratorio cuando se establecen causas de eventos, sucesos o fenómenos que se estudian. Para este estudio se define un alcance exploratorio ya que busca examinar en primera instancia el estado actual de calidad de uso y de producto en juegos serios, para luego proponer una metodología que cubra estos aspectos.

#### 5. Solución propuesta

Se plantea la solución de acuerdo a la información recolectada en la revisión sistemática y el alcance del estudio. En esta solución se plantea un método de evaluación de la calidad, alineado con el estándar ISO/IEC 25040; donde se describen los requisitos y las recomendaciones para la implementación práctica de la evaluación de un producto de software desde el punto de vista de los desarrolladores, adquirentes y evaluadores independientes. Además, se proponen los aspectos o características que deben ser evaluados en un juego serio orientado a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria, incluidos en un modelo de calidad para la evaluación de la usabilidad, portabilidad y experiencia de usuario. Se considero adicionar portabilidad y experiencia de usuario debido

a que se identificó brechas de investigación relacionadas a estas características en el análisis de la revisión sistemática.

## **6. Elaboración de hipótesis y definición de variables**

Es la fijación de la hipótesis y definición de variables. La hipótesis es una situación que deriva de la realidad y a partir de esta se definen las variables dependientes e independientes. En esta etapa, se busca dar: estudio, proporcionar explicaciones y apoyar la prueba de teorías.

## **7. Desarrollo del diseño de investigación**

En esta etapa, los investigadores desarrollan de manera práctica las preguntas de investigación, donde se busca cumplir los objetivos que se plantearon en un inicio y verificar las hipótesis.

## **8. Definición y selección de la muestra**

En la octava fase, se selecciona la población y el tamaño de la muestra para realizar casos de estudio, donde se debe seleccionar métodos de muestreo ya sea probabilístico o no probabilístico. La población seleccionada es un grupo de ingenieros en sistemas y/o estudiantes de últimos ciclos en la misma área.

## **9. Recolección de los datos**

Consiste en definir una técnica para la recolección de datos de acuerdo al problema planteado y las etapas previas de la investigación; además se debe seleccionar y aplicar los instrumentos para la recolección de los datos, con el fin de obtener, codificar y archivar los datos para ser analizados.

## **10. Análisis de los datos**

Para realizar el análisis de los datos se debe tomar en cuenta varios aspectos como: seleccionar un programa de análisis de datos (SPSS), explorar datos recolectados, evaluar si los datos son confiables, válidos y la objetividad de los instrumentos de recolección seleccionados, realizar análisis adicionales con la metodología MEM y preparar un reporte final.

## **11. Elaborar el reporte de resultados**

Para el reporte de resultados, se toma en cuenta a los usuarios, desarrolladores, expertos, ingenieros de calidad y gerente del proyecto, ya que son los afectados por las decisiones que se tomarán con base a los resultados obtenidos.

## 1.5 Contexto

El presente trabajo de titulación está enmarcado dentro de los proyectos de investigación: "Integración de Nuevas Tecnologías para el Diseño de Soluciones Cognitivas en Ambientes de Vida Asistida para Adultos Mayores: Evaluación de Áreas de Atención y Memoria." y "Diseño de arquitecturas y modelos de interacción para ambientes de vida asistida orientados a adultos mayores. Caso de estudio: Ambientes lúdicos y sociales", los cuales consisten en diseñar arquitecturas y modelos de interacción para ambientes de vida asistida orientados a adultos mayores, planteando como caso de estudio, ambientes lúdicos y sociales. Este proyecto está siendo desarrollado por el Grupo de Innovación en Investigación Tecnológica (GIIT), centrado en crear soluciones que se enfocan en mejorar la calidad de vida de las personas. Uno de los objetivos de este proyecto es establecer lenguajes de dominio específico y modelos para diseñar arquitecturas de interacción para ambientes de vida asistida orientada a adultos mayores basados en estándares y recomendaciones internacionales. Así también, validar la solución propuesta a través de un caso de estudio basado en una arquitectura específica de interacción en ambientes lúdicos y sociales.

## 1.6 Estructura del trabajo

El propósito de este estudio, de tipo investigación-acción con un enfoque participativo, es diseñar y describir un método de inspección de calidad para juegos serios orientados a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria. Se propone como caso de estudio a los juegos serios desarrollados en el proyecto: Diseño de arquitecturas y modelos de interacción para ambientes de vida asistida orientados a adultos mayores. Caso de estudio: ambientes lúdicos y sociales. Y que pueda ser aplicable a otros juegos serios orientados a diferentes fines y poblaciones. A continuación, se hace una descripción de la estructura de este trabajo.

El *Capítulo 2* presenta los conceptos más importantes sobre juegos serios, la calidad en juegos serios y los estándares utilizados para la evaluación de la calidad.

El *Capítulo 3* presenta el estado del arte acerca de los temas relacionados con el trabajo: encuestas y revisiones sistemáticas acerca de la calidad de juegos serios, y los estándares relacionados con la evaluación de calidad propuestos por la ISO/IEC. La revisión y un mapeo sistemático se utiliza con el objetivo de obtener y analizar los atributos y métricas de calidad propuestas para evaluar la calidad de los juegos serios.

En el *Capítulo 4* se presenta la contribución metodológica de este trabajo de titulación. En particular, se introduce un proceso de evaluación de la calidad de juegos serios, sus

actividades principales y tareas, así como una descripción de los artefactos de entrada y salida de cada una de las actividades del proceso.

El *Capítulo 5* describe el modelo de calidad para juegos serios compuesto por un conjunto de características, atributos de calidad y métricas para medir dichos atributos.

En el *Capítulo 6* se presenta la instanciación del método propuesto mediante la ejecución de un caso de estudio.

En el *Capítulo 7* se presenta la evaluación empírica del método mediante una familia de experimentos, cuyo objetivo es la evaluación de la etapa de especificación de la evaluación del método propuesto basado en la percepción de un grupo de usuarios.

Finalmente, el *Capítulo 8* describe las conclusiones basadas en las contribuciones y los objetivos alcanzados a lo largo de este trabajo de investigación, y se discuten las líneas de investigación futura.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta el marco teórico que, expone los conceptos fundamentales utilizados a lo largo de este trabajo de titulación. Los temas principales que se abordan son: videojuegos, juegos serios, calidad de software - centrándonos en la calidad de producto y la calidad en uso; dentro del tema de la calidad de software, pondremos énfasis en los modelos de calidad, los estándares de calidad que han sido utilizados para la elaboración de esta investigación y funciones cognitivas de atención y memoria.

### 2.1 Juego / Video Juego

Para iniciar, un juego es una actividad lúdica, en la que, los jugadores persiguen un objetivo de acuerdo con reglas impuestas (Suryapranata et al., 2017). Actualmente, gracias al avance de la tecnología, los juegos han sido llevados a la virtualidad, creándose los videojuegos, mismos han acaparado gran atención a nivel mundial como actividades de ocio y distracción, conformando así una industria en expansión (Lopez & Gaibor, 2019). Existe una gran variedad de géneros de videojuegos tales como: simulación, combate, educativos, entre otros (Pérez et al., 2016). Para este trabajo de titulación, damos mayor importancia a una sub división de los videojuegos denominados juegos serios.

### 2.2 Juegos serios

Se define un juego serio (*Serious Games* - SG) como: “una aplicación informática interactiva, con o sin un componente de hardware significativo, misma que tiene un objetivo desafiante, divertido y/o atractivo, y promueve en los usuarios habilidades, conocimientos o actitudes que se pueden aplicar al mundo real” (Bergeron, 2006). Entonces, se puede decir que, este tipo de juegos no está diseñado con el único objetivo del entretenimiento, disfrute o diversión del usuario (Collins et al., 2010; Dörner et al., 2016; Michael & Chen, 2005) ya que, proporciona una gran variedad de beneficios, entre los que se pueden destacar los siguientes (García-Mundo et al., 2015; Vargas et al., 2014):

- Los juegos serios permiten mejorar el potencial de empleo del personal, al mismo tiempo que mejoran sus capacidades técnicas.
- En el área de la educación, los juegos serios permiten a los alumnos experimentar situaciones que de otro modo sería imposible vivir en la vida real, debido a aspectos relacionados con costes, recursos, tiempo, seguridad, etc.
- En el área de la salud, los juegos serios apoyan al entrenamiento de habilidades cognitivas y tienen un uso prometedor en el aprendizaje de habilidades motoras.

Los juegos serios tienen un gran impacto social, ya que cada día aumenta el número de usuarios; esto se debe a que, pueden ser un medio para lograr objetivos relevantes tanto desde el punto de vista personal como institucional (Vargas et al., 2014). Esto puede tener lugar en campos tan diversos como la defensa, la educación, la exploración científica, el cuidado de la salud, la gestión de emergencias, la planificación urbana, la ingeniería, la religión y la política (Suryapranata et al., 2017; Vargas et al., 2014).

Además, se clasifican dependiendo del dominio de competencias o habilidades al que pertenece su objetivo característico (Dörner et al., 2016):

- Habilidades cognitivas y perceptivas
- Habilidades senso-motoras
- Habilidades personales
- Habilidades sociales
- Habilidades comunicativas

Deben también, ser capaces de lograr su objetivo característico, sin comprometer la experiencia de juego o game experience (GX), la cual incluye diversas dimensiones como diversión, desafío, fluidez, inmersión, presencia, tensión, emociones positivas y negativas, curiosidad, fantasía, autoeficacia y motivación (Dörner et al., 2016). El concepto de GX se puede subdividir en numerosas dimensiones. Una de las más importantes es el flujo del juego, que es una experiencia durante el juego caracterizada por la concentración exclusiva en el juego, sentir el control sobre el juego, estar inmerso en el juego, enfrentar metas claras y obtener retroalimentación inmediata y consistente (Dörner et al., 2016). (Sinclair, 2011) introduce el concepto de flujo dual, que es característico y exclusivo de los juegos serios, y denota que el equilibrio adecuado entre la dificultad de la tarea y el nivel de habilidad, asegura que se cumpla la doble misión de los juegos serios: ser al mismo tiempo eficaces y atractivos.

## **2.3 Calidad de software**

La calidad de software hace referencia al desempeño de las principales características que debe cumplir un software durante su ciclo de vida, y depende del grado con el que los requisitos establecidos representan con precisión las necesidades, deseos y expectativas de las partes interesadas; esto garantiza que el cliente cuente con un sistema funcional y eficiente haciendo que incremente su satisfacción (Callejas-Cuervo et al., 2017; Galin, 2018).

La calidad de software se clasifica, dependiendo del enfoque de la evaluación, en tres niveles: proceso, producto y calidad en uso (Callejas-Cuervo et al., 2017). Por un lado, la calidad de

producto está definida como la especificación y evaluación del cumplimiento de criterios del producto, para lo cual se aplican medidas internas y/o externas (BEVAN, 2010). Además, diferentes estándares y normas, han definido la calidad a nivel de producto en tres tipos: interna, externa y en uso (Rodríguez et al., 2016), con el cumplimiento de estas características se logra alcanzar la satisfacción del cliente en cuanto a los requisitos definidos en las etapas iniciales del desarrollo de software (Callejas-Cuervo et al., 2017). Por otro lado, la calidad de uso, de acuerdo a la ISO/IEC 9126, se la define como “conjunto de atributos relacionados con la aceptación por parte del usuario final y seguridad”. Para finalizar, la calidad de proceso, consiste en tener un control y dar seguimiento de los aspectos de calidad en cada etapa del proceso de desarrollo de software, de esta manera se minimizan los riesgos y se puede ofrecer un desarrollo continuo (Callejas-Cuervo et al., 2017).

## 2.4 Estándares de calidad

Existen varios estándares de calidad, que permiten de forma objetiva, medir los atributos y requisitos no funcionales de un producto. En este contexto, la ISO, ha planteado una familia de estándares denominada Square (ISO/IEC, 2016f), misma que se presenta a manera de jerarquía y que permite cuantificar de forma objetiva la calidad de un producto de software. Siendo esta la norma con la cual este trabajo de titulación se encuentra alineada. La norma ISO/IEC 25010, representa una evolución de la norma ISO/IEC 9126; además, junto con la ISO/IEC 14598, tienen como objetivo principal guiar la evaluación de los productos de software mediante la especificación de requisitos y métricas de características de calidad (ISO/IEC, 1999).

### 2.4.1. Estándar ISO/IEC 25010

Dentro del estándar de la ISO/IEC 25000 se encuentra el estándar ISO/IEC 25010 donde se determinan las características de calidad que se van a tener en cuenta a la hora de evaluar un producto de software. Las características que proponen son: adecuación funcional, eficiencia de desempeño, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad. A continuación, se describe la usabilidad y portabilidad, características que, se utilizarán a lo largo de esta investigación (ISO/IEC, 2016d).

- *Usabilidad*: La ISO/IEC 25010 define la usabilidad como la capacidad del producto de software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones. Esta característica engloba las siguientes sub-características (ISO/IEC, 2016d):

- Capacidad para reconocer su adecuación que hace referencia a la capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.
- Capacidad de aprendizaje que es la capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.
- Capacidad para ser usado que indica la capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
- Protección contra errores de usuario que consiste en la capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores.
- Estética de la interfaz de usuario donde se mide la capacidad de la interfaz de usuario de agrandar y satisfacer la interacción con el usuario.
- Accesibilidad que es la capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.
- *Portabilidad*: Es definida por la ISO como la capacidad del producto o componente de ser transferido de forma efectiva y eficiente de un entorno hardware, software, operacional o de utilización a otro. Esta característica engloba las siguientes sub-características (ISO/IEC, 2016d):
  - Adaptabilidad que es la capacidad del producto que le permite ser adaptado de forma efectiva y eficiente a diferentes entornos determinados de hardware, software, operacionales o de uso.
  - Capacidad para ser instalado consiste en la facilidad con la que el producto se puede instalar y/o desinstalar de forma exitosa en un determinado entorno.
  - Capacidad para ser reemplazado indica la capacidad del producto para ser utilizado en lugar de otro producto software determinado con el mismo propósito y en el mismo entorno.

## 2.4.2. Estándar ISO/IEC 25022

Define las medidas de calidad en uso para las características que están definidas en la ISO/IEC 25010. Este estándar está diseñado para ser usado conjuntamente con la ISO/IEC 25010 pero se pueden usar también con la ISO/IEC 2503n e ISO/IEC 2504n o de manera tal que satisfaga las necesidades del usuario con respecto a la calidad del producto o sistema (ISO/IEC, 2016a). Está compuesta por los siguientes elementos:

- Conjunto de medidas para cada característica de calidad en uso.
-

- Una explicación de cómo se realiza la medición de calidad de uso.

### **2.4.3. Estándar ISO/IEC 25023**

Define las medidas de calidad para evaluar cuantitativamente la calidad del producto de software y del sistema, alineadas con las características que están definidas en la ISO/IEC 25010 y puede ser usada conjuntamente en las ISO/IEC mencionadas en la ISO/IEC 25022. (ISO/IEC, 2016b). Esta contiene los siguientes elementos:

- Un conjunto básico de medidas de calidad para cada característica y su característica.
- Una aplicación de cómo aplicar las medidas de calidad de los productos y sistemas de software.

### **2.4.4. Estándar ISO/IEC 25040**

La ISO/IEC 25040 define el proceso para llevar a cabo la evaluación del producto software. Este proceso de evaluación consta de las siguientes cinco actividades (ISO/IEC, 2016e):

1. Establecer los requisitos de la evaluación.
2. Especificar la evaluación.
3. Diseñar la evaluación
4. Ejecutar la evaluación.
5. Concluir la evaluación.

### **2.4.5. Estándar ISO 9241-11**

Proporciona un marco para comprender la usabilidad y aplicarla a situaciones en las que las personas o usuario usan un sistema interactivo u otros tipos de sistemas, productos o servicios (ISO, 2018).

## **2.5 Funciones cognitivas**

Las funciones cognitivas son acciones cerebrales que implican la comprensión y el funcionamiento del entorno (Hirschfeld, 2010). Estas se deterioran a lo largo del proceso de envejecimiento y el grado de deterioro depende del tipo de función, las características individuales del sujeto y el contexto en el que se desenvuelve, antecedentes familiares, condiciones psiquiátricas previas y adicciones (Maria Teresa Climent, 2014). La estimulación del cerebro, impacta positivamente las funciones cognitivas, ayudando a reducir su deterioro

(Stanmore et al., 2017b). Existen herramientas para la estimulación cognitiva, como cuadernos de ejercicio, juegos, entre otros (Al-Thaqib et al., 2018).

Este trabajo de investigación está orientado a las funciones cognitivas de atención y memoria, definidas de la siguiente manera:

- Atención: sirve como mecanismo de activación y funcionamiento de otros procesos mentales más complejos como la percepción, memoria o el lenguaje, mediante operaciones de selección, distribución y mantenimiento de la actividad psicológica (Palomares Castillo et al., 2010).
- Memoria: de acuerdo a (Bernabéu Brotóns, 2017), es una de las funciones más importantes del cerebro; esta hace referencia a la capacidad de los seres vivos de adquirir y retener información, de sí mismos, de su entorno y de las consecuencias de su comportamiento. Esta información se almacena en estructuras neuronales y se recuperan en ocasiones posteriores para condicionar el comportamiento del organismo con una finalidad adaptativa.

## CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE

Este capítulo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre evaluación de la calidad de producto de videojuegos haciendo énfasis en los juegos serios.

### 3.1 Revisión de la literatura

La revisión de la literatura es un proceso de consulta, extracción y recopilación de información relevante sobre una problemática, investigación o temática determinada (Cortés Cortés & Iglesias León, 2004). (B. Kitchenham & Charters, 2007), proponen una serie de lineamientos que tienen como finalidad evidenciar o sintetizar investigaciones científicas existentes sobre un dominio específico. Esta propuesta puede ser aplicada de manera general para llevar a cabo un estudio secundario a través de tres fases: i) planificación, ii) ejecución de la revisión y iii) reporte o difusión de los resultados.

### 3.2 Método de estudio

En este trabajo de investigación, para realizar la revisión sistemática de la literatura, se ha optado por emplear la metodología propuesta por Kitchenham & Charters (2007) con el objetivo de hallar la literatura existente sobre la evaluación de la calidad de producto de videojuegos haciendo especial énfasis en los juegos serios.

En la Figura 2 se pueden observar los pasos que presentan Kitchenham & Charters (2007) en su metodología propuesta para la elaboración de una revisión sistemática de la literatura.

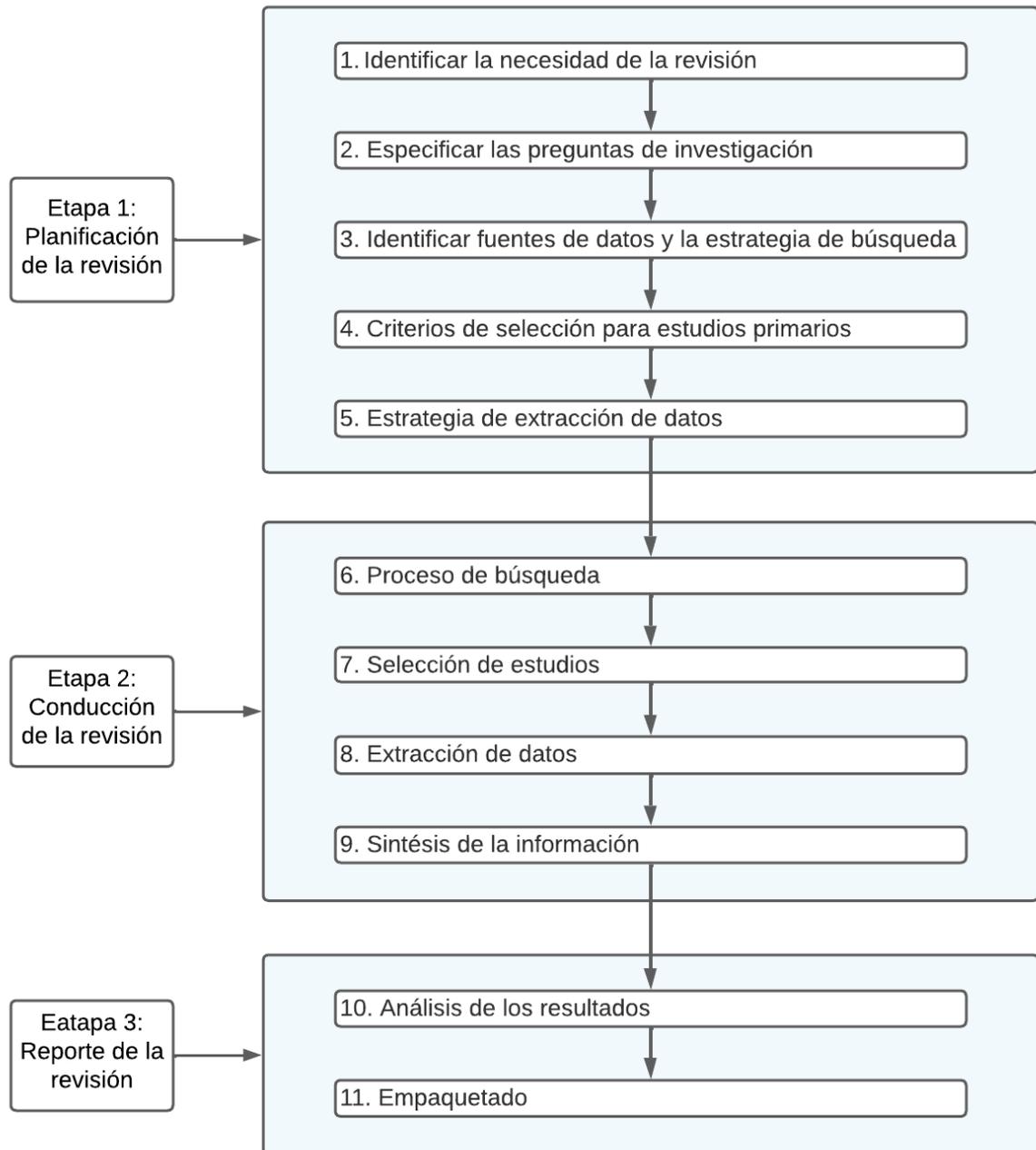
#### 3.2.1. Fase de planificación

En este apartado se describen las actividades realizadas en la etapa de planificación de la revisión, que incluye las siguientes subetapas: 1) Definir las preguntas de investigación, 2) La estrategia a seguir para la búsqueda de estudios primarios, 3) Establecer los criterios para la selección de estudios primarios, 4) evaluar la calidad de los estudios, 5) establecimiento de la estrategia de extracción de datos, 6) definición de la estrategia de síntesis.

##### 3.2.1.1. Formulación de las preguntas y subpreguntas de investigación

Considerando que los juegos serios tienen como objetivo la interacción de los usuarios con una aplicación informática que combina diferentes aspectos como tutoría, enseñanza, comunicación, entre otros; con un elemento lúdico y/o tecnologías derivadas de videojuegos (Michaud & Alvarez, 2008). Teniendo en cuenta este último factor, se ha enfocado la investigación en videojuegos, con el objetivo de tener una visión más completa e identificar

estándares y/o modelos de calidad aplicados en videojuegos y que puedan ser adaptados para juegos serios.



**Figura 2.** Pasos para realizar una revisión sistemática de la literatura. Fuente: (B. Kitchenham & Charters, 2007).

Para este estudio se ha planteado la principal pregunta de investigación: ¿Qué soluciones existen para evaluar la calidad de los videojuegos? Para responder a esta pregunta de investigación, se han planteado las siguientes subpreguntas:

- **RQ1:** ¿Qué características tienen los juegos que utilizan estándares o modelos de calidad?

- **RQ2:** ¿Qué modelos de calidad se han creado para evaluar los videojuegos?
- **RQ3:** ¿Cómo se han abordado los estudios de estándares de calidad que permiten la evaluación de los videojuegos?

### 3.2.1.2. Identificación de las fuentes de datos y estrategias de búsqueda

Con el fin de obtener los estudios primarios que permitan responder a las preguntas de investigación planteadas, se ha establecido una estrategia de búsqueda que se basa en dos tipos de búsquedas: automáticas y manuales. Para llevar a cabo la búsqueda automática se han contemplado las siguientes bibliotecas digitales debido a su relevancia en el área de estudio.

- Association for Computing Machinery (ACM)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Xplore
- SpringerLink
- ScienceDirect

Para obtener los artículos científicos de las bibliotecas digitales, se ha definido una cadena de búsqueda teniendo en cuenta términos relacionados con juegos, calidad de software y evaluación de la calidad. En la Tabla 1, se puede observar los conceptos utilizados junto con la sub-cadena, los conectores y los términos relacionados que se han empleado en la búsqueda.

**Tabla 1.** Cadena de búsqueda. Fuente: Elaboración propia.

Concepto	Sub-cadena	Conector	Términos relacionados
Games	game	AND	videogame, computer game, mobile games
Software quality	software quality	AND	Software quality standard, software quality feature, software quality characteristics
Evaluation	Evaluat	OR	Evaluation, evaluate
Validation	validation	OR	validity, valid, validations
Assessment	assess*	OR	Assessment, assess

Measurement	measur*	OR	Measurement, measuring, mensuration
Testing	test*		Testing, test
Cadena de búsqueda		game AND software quality AND (evaluat OR validation OR assess* OR measur* OR test*)	

La cadena de búsqueda se ha adaptado a cada una de las bibliotecas digitales, en donde se han considerado los siguientes tres metadatos: título del documento, resumen y palabras clave. En la Tabla 2 se puede observar la cadena de búsqueda empleada en cada librería; cabe destacar que en la biblioteca ScienceDirect arrojó una cantidad muy grande de estudios primarios por lo que se optó por cambiar el término “game” por “serious game” con el objetivo de disminuir los resultados.

**Tabla 2.** Cadena de búsqueda empleada en cada biblioteca digital. Fuente: Elaboración propia.

Biblioteca digital	Cadena de búsqueda
IEEE Xplore	("Document Title":game AND "Document Title":software quality AND ("Document Title":evaluat OR Validation OR assess OR measur* OR test*)) OR ("Abstract":game AND "Abstract":software quality AND ("Abstract":evaluat OR Validation OR assess OR measur* OR test)) OR ("Author Keywords":game AND "Author Keywords":software quality AND ("Author Keywords":evaluat OR Validation OR assess OR measur* OR test*))
ACM	(Title:(game) AND Title:(software quality) AND (Title:(evaluat) OR Title:(validation) OR Title:(assess) OR Title:(measur*) OR Title:(test*))) OR (Abstract:(game) AND Abstract:(software quality ) AND (Abstract:(evaluat) OR Abstract:(validation) OR Abstract:(assess) OR Abstract:(measur*) OR Abstract:(test*))) OR (Keywords:(game) AND Keywords:(software quality ) AND Keywords:(evaluat) OR (Keywords:(validation) OR Keywords:(assess) OR Keywords:(measur*) OR Keywords:(test*)))

SpringerLink	Game AND (Software quality) AND (evaluat OR Validation OR assess OR measur OR test)
ScienceDirect	("Serious Game") AND (Software quality) AND (evaluat* or Validation or assess* or measur* OR test*)

Esta revisión sistemática incluye los estudios que han sido publicados entre enero de 2002 y junio de 2021. Se ha definido este periodo de tiempo debido a que en 2002 los juegos serios comenzaron a ser de uso generalizado (Wilkinson, 2016).

Para la búsqueda manual, se han tenido en cuenta tres conferencias y revistas con clasificación Q1, Q2 y Q3. Estas se muestran en la Tabla 3 y han sido seleccionadas por estar directamente relacionadas con el área de calidad de software y videojuegos.

**Tabla 3.** Selección de revistas y conferencias para la búsqueda manual. Fuente: Elaboración propia.

<b>Revistas</b>		
<b>Título</b>	<b>País</b>	<b>Clasificación</b>
Games for health journal	United States	Q2
Dynamic Games and Applications	United States	Q2
International Journal of Computer Games Technology	Egypt	Q3
Software Quality Journal	Netherlands	Q2
Games	Switzerland	Q3
IEEE Transactions Computational Intelligence and AI in Games	United States	Q3
Journal of the ACM	United States	Q1
<b>Conferencias</b>		
<b>Título</b>	<b>Acrónimo</b>	

Serious Games and Applications for Health	SeGaH
Games and Learning Alliance Conference	GALA
IEEE Conferences in Serious Games and Virtual Worlds	VS-Games

### 3.2.1.3. Selección de estudios primarios

Para realizar una correcta selección de artículos se han establecido criterios de inclusión y exclusión. Se excluirán los estudios que cumplieron con al menos uno de los siguientes criterios.

- Artículos introductorios para ediciones especiales, libros y talleres.
- Informes duplicados del mismo estudio en diferentes fuentes.
- Artículos cortos de menos de cinco páginas.
- Los estudios que no se han escrito en idioma inglés.

Se incluirán los estudios que cumplieron al menos uno de los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios que presentan información sobre modelos de calidad en videojuegos.
- Estudios que presentan información sobre estándares de calidad en videojuegos.

### 3.2.1.4. Estrategias de extracción de datos

Se han definido criterios de extracción para dar respuesta a cada una de las sub-preguntas de investigación planteadas en esta revisión sistemática. Estos criterios se pueden ver en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Criterios de extracción. Fuente: Elaboración propia.

<b>RQ1: ¿Qué características tienen los juegos que utilizan estándares o modelos de calidad?</b>		
EC1	Edad	Niños, Adolescentes, Adultos, Ancianos, No - especificado
EC2	Jugadores	Individual, Múltiple, No especificado
EC3	Juegos serios	Si, No

EC4	Género	Acción, Aventura, Educativo, Conducir, Juego de rol (RPG), Simulación, Deporte, Salud, Estrategia, No especificado, Otro
EC5	Entorno de implementación	Presencia social, Realidad mixta, Entorno virtual, 2D/3D, Conocimiento de ubicación, Movilidad, Online, Móvil, No especificado
EC6	Subsistemas cognitivos interactivos	Visual, Articulatorio (táctil), Acústico, Estado corporal, No especificado, Otro
<b>RQ2: ¿Qué estándares o modelos de calidad se han creado para evaluar los videojuegos?</b>		
EC7	Estándar	ISO/IEC 25010, ISO/IEC 9126, IEEE 730-2014, ISO/IEC 25040, ISO/IEC 14598, Ninguno, Otro
EC8	Modelos de calidad	MOS, GQE, Cuestionarios, Ninguno, Otro
EC9	Características de calidad ISO/IEC 25010	Adecuación funcional, Eficiencia del desempeño, Compatibilidad, Usabilidad, Fiabilidad, Seguridad, Mantenibilidad, Portabilidad, Otro
<b>RQ3: ¿Cómo se han abordado los estudios de estándares de calidad que se apoyan en los videojuegos?</b>		
EC10	Fases en las que se basan los estudios	Análisis, Diseño, Implementación, Pruebas
EC11	Tipo de validación	Prueba de conceptos, Encuesta, Experimento, Cuasi experimento, Prototipo, Caso de estudio, Otro
EC12	Alcance del enfoque	Industria, Academia
EC13	Metodología	Nuevo, extensiones
EC14	País	
EC15	Año	

### 3.2.1.5. Evaluación de la calidad

Para evaluar la calidad de los estudios seleccionados, se ha considerado un cuestionario en escala Likert en el que se utilizan tres puntos para evaluar la calidad de los estudios en función del número de citas (Ospina B et al., 2003), los resultados se pueden ver en la Tabla 5; la fiabilidad de la lectura de los estudios también se evaluó mediante la medida estadística Fleiss Kappa. Para ello, se seleccionaron aleatoriamente cuatro investigaciones y cinco personas realizaron la lectura y completaron la matriz con los criterios de extracción. Los resultados obtenidos arrojan un promedio de 0,7164, por lo que se encuentra dentro del rango de concordancia sustancial, esto quiere decir el grado en el que los participantes concuerdan al momento de asignar los criterios de extracción de cada una de las investigaciones realizadas.

**Tabla 5.** Calidad de los estudios. Fuente: Elaboración propia.

Descripción	Puntuación	Cantidad	Porcentaje
Sin citas	-1	12	16%
1 a 3 citas	0	11	14%
Más de 3 citas	1	54	70%

### 3.2.2. Fase de ejecución

La fase de ejecución tiene como objetivo seleccionar los estudios primarios, realizar la extracción y el seguimiento de los datos, y sintetizar la información obtenida. En esta sección se presentan las siguientes subsecciones: i) proceso de búsqueda, ii) selección de estudios, y iii) extracción de datos y síntesis de la información.

#### 3.2.2.1. Proceso de búsqueda

En esta etapa de búsqueda, en primer lugar, se aplicó la cadena de búsqueda presentada en la anterior sección con el objetivo de obtener los resultados automáticos. En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos por cada una de las librerías seleccionadas para realizar la búsqueda, sumando un total de 1487.

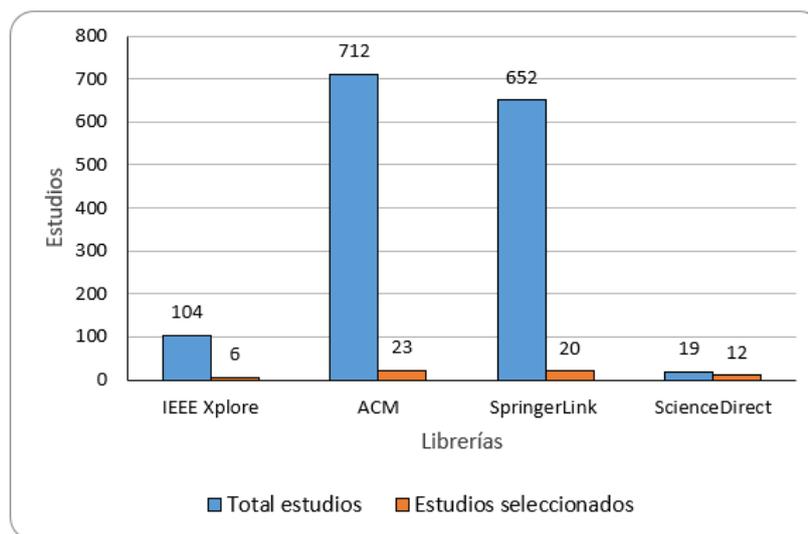
**Tabla 6.** Número de estudios obtenidos mediante el uso de una cadena de búsqueda. Fuente: Elaboración propia.

Biblioteca digital	Número de resultados
IEEE Xplore	104

ACM	712
SpringerLink	652
ScienceDirect	19

### 3.2.2.2. Selección de estudios

Esta sección muestra los resultados de la selección de los estudios según los criterios de inclusión y exclusión. En la Figura 3 se muestra el total de estudios obtenidos por cada librería y el número de artículos seleccionados mediante la búsqueda automática.



**Figura 3.** Estudios seleccionados mediante una búsqueda automática. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7.** Número de estudios obtenidos mediante la búsqueda manual. Fuente: Elaboración propia.

Revista	Número de resultados
Games for health journal	2
Dynamic Games and Applications	0
International Journal of Computer Games Technology	0
Software Quality Journal	0
Games	0

IEEE Transactions Computational Intelligence and AI in Games	0
Journal of the ACM	0
<b>Conferencias</b>	<b>Número de resultados</b>
Serious Games and Applications for Health	3
Games and Learning Alliance Conference	7
IEEE Conferences in Serious Games and Virtual Worlds	4

### 3.2.2.3. Extracción de datos y síntesis de la información

Para la extracción de datos y síntesis de la información se han contabilizado los estudios primarios que se han obtenido de manera automática o manual, para esto se ha colocado 0 o 1 según las posibles respuestas de los criterios de extracción. También se han elaborado histogramas que permitan mostrar la distribución de algunos criterios de extracción. Finalmente se han realizado diagramas de burbujas para representar las relaciones existentes entre los criterios de extracción.

### 3.2.3. Fase de reporte de la discusión

Esta fase de reporte tiene como objetivo dar a conocer los resultados que se han obtenido en esta revisión sistemática de la literatura, además de presentar las posibles líneas de investigación para trabajos futuros.

#### 3.2.3.1. Resultados de estudios primarios

En la Tabla 8 se muestra el número de estudios y sus porcentajes correspondientes de acuerdo con los criterios de extracción para cada una de las subpreguntas de investigación. En algunos criterios de extracción la suma de los porcentajes puede ser diferente de 100% debido a que en el mismo estudio puede estar incluido en más de una posible respuesta.

**Tabla 8.** Resultados según los criterios de extracción. Fuente: Elaboración propia.

ID	Criterios	Posibles respuestas	Núm. De estudios	Porcentaje
<b>RQ1: ¿Qué características tienen los juegos que utilizan estándares o modelos de calidad?</b>				
EC1	Edad	Niños	10	13%
		Adolescente	8	10%
		Adultos	25	32%
		Adultos mayores	9	12%
		No especificado	40	52%
EC2	Jugadores	Individual	22	29%
		Múltiple	13	17%
		No especificado	47	61%
EC3	Juegos Serios	Si	39	51%
		No	38	49%
EC4	Género	Acción	4	5%
		Aventuras	6	8%
		Educativo	17	22%
		Conducción	1	1%
		Juego de rol (RPG)	2	3%
		Simulación	14	18%
		Deporte	4	5%
		Salud	15	19%
		Estrategia	4	5%

		No especificado	30	39%
		Otros	7	9%
EC5	Entorno de implementación	Presencia social	4	5%
		Realidad mixta	5	6%
		Ambiente virtual	6	8%
		2D/3D	24	31%
		Conocimiento de la ubicación	1	1%
		Movilidad	4	5%
		En línea	21	27%
		Móvil	11	14%
		No especificado	28	36%
EC6	Subsistemas cognitivos interactivos	Visual	10	13%
		Articulatorio (táctil)	23	30%
		Acústico	6	8%
		Estado corporal	12	16%
		No especificado	36	47%
		Otro	3	4%
<b>RQ2: ¿Qué estándares o modelos de calidad se han creado para evaluar los videojuegos?</b>				
EC7	Estándar	ISO/IEC 25010	2	3%
		ISO/IEC 9126	2	3%
		IEEE 730 - 2014	0	0%

		ISO/IEC 25040	0	0%
		ISO/IEC 14598	0	0%
		Ninguno	61	79%
		Otros	8	10%
EC8	Modelos de calidad	MOS	3	4%
		GQE	2	3%
		Cuestionarios	16	31%
		Ninguno	33	43%
		Otros	28	36%
EC9	Características de calidad de ISO/IEC 25010	Adecuación funcional	3	4%
		Eficiencia de desempeño	4	5%
		Compatibilidad	0	0%
		Usabilidad	41	53%
		Fiabilidad	4	5%
		Seguridad	0	0%
		Mantenibilidad	2	3%
		Portabilidad	3	4%
		Otros	47	61%
<b>RQ3: ¿Cómo se han abordado los estudios de estándares de calidad que se apoyan en los videojuegos?</b>				
EC10	Tipo de validación	Análisis	12	16%
		Diseño	15	19%
		Implementación	14	18%

		Pruebas	70	91%
		Prueba de conceptos	1	1%
		Encuesta	20	26%
		Experimentar	42	55%
		Cuasi experimento	3	4%
		Prototipo	2	3%
		Caso de estudio	28	36%
		Otros	4	5%
EC11	Alcance del enfoque	Industria	10	13%
		Academia	70	91%
EC12	Metodología	Nuevo	64	83%
		Extensión	13	17%

### 3.2.3.2. Análisis de los resultados

El Apéndice A contiene la relación de todos los artículos que forman parte de la revisión sistemática de la literatura. Con base en estos estudios, se ha realizado la siguiente discusión en la que se hace referencia al artículo numerado con SX (donde X representa el número de estudio) en formato IEEE, con el objetivo de diferenciar las citas de la revisión sistemática con las citas de este trabajo de investigación.

*EC1: Edad.* En los criterios de extracción, se observó que el 51,94% de los estudios no especifican la edad a la que se dirige el videojuego estudiado. El resto de estudios se distribuyen de la siguiente manera: 32,47% orientado a adultos [S08, S09, S11, S22, S23, S26, S27, S29, S34, S37, S40-S43, S52, S54, S61-S63, S66, S68-S71, S73, S76], 12,99% a niños [S04, S09, S23, S45, S46, S62, S65, S68, S73], 11,69% a personas mayores [S39, S50, S53, S56, S68, S70, S73, S75], 10,39% a adolescentes [S26, S37, S40, S43, S46, S51, S60, S68]. Aquí, se determinó que existe una mayor cantidad de estudios enfocados en la calidad del juego de los adultos mayores.

*EC2: Jugadores.* La mayor parte de la investigación involucrada en la revisión sistemática no especifica el número de jugadores al que se dirige el videojuego estudiado. En una segunda

posición, se obtuvieron un total de 22 estudios dirigidos a jugadores individuales [S01-S06, S08, S19, S20, S22, S24, S37, S39-S41, S44, S53, S65-S66, S68, S69, S75] y 13 a multijugadores [S06, S09, S17, S18, S43, S55, S62, S64]. Teniendo en cuenta que existen estudios en los que el videojuego era tanto para un jugador como para multijugador [S01-S06].

*EC3: Juegos serios:* Se observa que existen más estudios dirigidos a evaluar la calidad de SG [S06, S11, S20-S23, S25, S28, S29, S31-S34, S37, S39-S44, S46, S48-S50, S54-S58, S60, S61, S66-S70, S73, S75, S77] que VG [S01-S05, S07-S10, S12-S19, S24, S26, S27, S30, S35, S36, S38, S45, S47, S51-S53, S59, S62-S65, S71, S72, S74, S76] en general. Aunque la diferencia de estudios para cada caso no es significativa, ya que solo varían en uno (39 para SG, 38 para VG). Se puede concluir que actualmente existe una gran tendencia en torno a SG.

*EC4: Género:* Por un lado, se puede observar que la mayoría de investigadores no considera oportuno indicar el género del videojuego evaluado, ya que 30 artículos no indican el género del videojuego. Por otro lado, los géneros de VG salud [S06, S23, S39, S41-S44, S48, S60, S61, S63, S68, S70, S71, S73], educativo y simulación tienen un total de 15, 17 y 14 investigaciones, siendo estas las más estudiadas. Además, se identificaron géneros que no fueron considerados previamente, como el juego Urban Storytelling, que está compuesto por juego de realidad aumentada, juego ambiental y juego aumentado por computadora [S01], juegos de azar y estrategia [S07], centrado en el ser humano. informática [S08], juegos de mesa [S09] y banca electrónica [S10].

*EC5: Entorno de implementación.* Se identificó que las VG más evaluadas pertenecen a un entorno 2D/3D, online y móvil con 24, 21 y 11 investigaciones respectivamente. También se observa que la mayoría de las investigaciones no entran en detalles sobre el entorno de implementación.

*EC6: Subsistemas cognitivos interactivos.* En este criterio, se obtuvieron 10 estudios con una interacción cognitiva visual, 23 con Articulatory (Touch), 6 con Acoustic, 12 con Body-state, 36 estudios que no especificaron la interacción cognitiva, y uno que consiste en la habilidad motora de manos haciendo uso de controladores de Xbox [S34, S61].

*EC7: Estándar.* En relación con el uso de estándares, pocos estudios utilizan los estándares propuestos inicialmente en los criterios de extracción. Por un lado, los autores de S11 y S12 hicieron uso del estándar ISO/IEC 25010. Por otro lado, los autores de S13 y S14 utilizan el estándar ISO/IEC 9126. También se identificó el uso de otros estándares, como el estándar ISO 9241-11, que proporciona la definición y una guía para el diseño de usabilidad [S10, S11].

En ISO 13407, que proporciona directrices para el diseño centrado en el usuario [S10]. En S13, además hace uso de la norma ISO/IEC 15939 que define las actividades y tareas necesarias para el proceso de medición. Otro estudio [S12] también hace uso del estándar IEEE STD 1061-1992, que consta de cinco factores de calidad que son: eficiencia, funcionalidad, mantenibilidad, portabilidad, confiabilidad y usabilidad. En el artículo [S15] utilizan el estándar ISO 17488: 2016, este estándar fue diseñado principalmente para su uso en estudios de distracción del conductor. La investigación realizada en el artículo [S16], hace referencia al Estándar 1061 IEEE de Calidad de Software, esta es una metodología para establecer requisitos de calidad e identificar, implementar, analizar y validar las métricas de calidad del proceso y producto de software. Otro aspecto a mencionar, es que ningún estudio hace uso de métodos para la inspección o evaluación de la calidad, por lo que no se a encontrado referencias del uso del estándar ISO/IEC 25040 que es utilizado para construir dichos métodos.

*EC8: Modelos de calidad.* En esta revisión de la literatura se observó que existe un mayor uso de modelos de calidad que se basan o pueden ser considerados como cuestionarios, con un total de 16 artículos. También se evidenció que 35 estudios no utilizan ningún tipo de modelo de calidad. En cuanto al modelo MOS, se identificaron cuatro artículos que hacen uso de este [S07, S17-S19], y el modelo GQE, que presenta métricas para estimar la percepción y desempeño del usuario / jugador final para juegos en línea, se utiliza en 2 estudio [S04, S07]. Además, se identificaron otros modelos, como Fullerton que establece cinco cualidades para agregar a los juegos y cómo debe ser el comportamiento de las pruebas de juego [S12]. Otro modelo basado en la medición de la carga de trabajo, utilizado en ciencias cognitivas [S09]. En el artículo [S22], hacen uso de A Serious Game Design Assessment Framework, que ofrece un marco para estudiar el diseño conceptual formal de los juegos en relación con sus propósitos explícitos e implícitos. Otro modelo encontrado en el estudio [S23] es el Serious Gaming Experience Measure (S-GEM), que aborda tres aspectos importantes en SG: la dimensión afectiva que incluye el disfrute y la inmersión, la mecánica del juego que incluye aspectos de usabilidad y el autoaprendizaje. Por otro lado, en el artículo [S24] utilizan un modelo experto, que consta de tres módulos: usabilidad del juego, movilidad y jugabilidad. En [S04] utilizan PQM, lo que permite obtener un resultado del grado de uso de la calidad. El artículo [S20] utiliza el marco Messick, evaluando cinco dominios para demostrar validez: contenido, proceso de respuesta, estructura interna, relaciones con otras variables y consecuencias. El modelo ARCS se utiliza en [S25], este modelo se basa en cuatro categorías fundamentales que se aplican al diseño de actividades instruccionales y representan conceptos de Atención, Relevancia, Confianza / Desafío y Satisfacción / Éxito. AttrakDiff en [S26], es un modelo orientado a la experiencia de usuario de un producto,

contiene cuatro categorías: Calidad Pragmática, Identificación Hedónica, Estimulación Hedónica y Apelación General. El artículo [S27] utiliza un modelo basado en SUS y QUIS. En [S28] utilizan Pathfinder, que define cómo medir la organización del conocimiento de los estudiantes. MEEGA +, presentado en [S29], evalúa 9 elementos para la usabilidad, 23 elementos para la jugabilidad en una escala Likert [21]. En [S30] se obtiene GPQ, que identifica tres factores que podrían influir en el disfrute de VG, que son: autonomía, competencia y controles intuitivos. Los autores de [S31] utilizan un modelo basado en SIMS, que mide la motivación, y QCM, que evalúa la motivación actual en situaciones de aprendizaje. El artículo [S32] incorpora TAM, que se utiliza para predecir la aceptación de las nuevas tecnologías por parte del usuario. Finalmente, se identificaron varios modelos basados en heurística [S11, S33-S35].

*EC9: Característica de calidad de ISO 25010.* Para tener una base de características de calidad, se utilizaron las características relacionadas con la norma ISO/IEC 25010, se evidenció que la mayoría de los estudios están orientados a evaluar la usabilidad en VG o SG, teniendo un total de 41 artículos que difieren en la forma en que realizan la evaluación de esta característica. Los siguientes estudios [S07, S08, S16, S36] evalúan la eficiencia del desempeño, [S14, S6, S23, S30] evalúan la confiabilidad, [S12, S14, S37] evalúan la idoneidad funcional. Los siguientes tres estudios [S12, S24, S38] evalúan la portabilidad y dos estudios [S12, S14] evalúan la característica de Mantenibilidad. Adicionalmente, se identificaron 62 características para la evaluación de SG, cabe mencionar que estas pueden ser subcaracterísticas de la norma ISO/IEC 25010. De estas 62 características presentes en [S01, S07–S10, S12, S15–S20, S22, S23, S25, S26, S28–S32, S39–S61], destacan las siguientes: Experiencia de usuario, Efectividad, Jugabilidad, Socialidad, Satisfacción, Eficacia, Aceptabilidad, Mecánica de Juego, Disfrute, Inmersión, Experiencia de Juego, Diversión, Retroalimentación, Motivación y Cognitivo.

*EC10: Fases en las que se basan los estudios.* Además de las fases en las que se basan los estudios, la mayoría de los autores han optado por realizar la evaluación de la calidad de VG en la fase de prueba, exactamente 70 estudios. El resto de fases se han utilizado de la siguiente manera: 15 estudios se han basado en diseño, 14 estudios en implementación y 12 estudios en análisis.

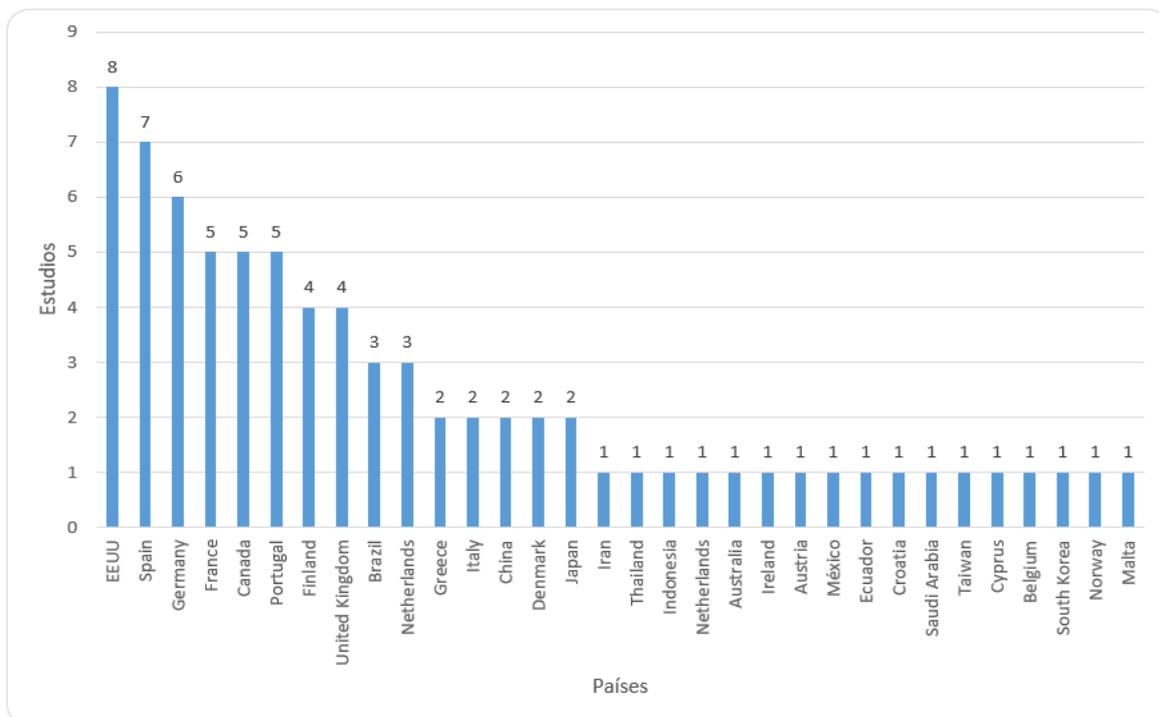
*EC11: Tipo de validación.* El 42% de los autores optó por realizar un experimento para validar sus estudios. Kumar y col. presentan una prueba de usabilidad y dos experimentos para evaluar el uso de juegos móviles destinados a ayudar a los niños con la comprensión lectora [S64]. Por otro lado, Rego et al. desarrolló una plataforma SG para rehabilitación cognitiva. Para probarlo, llevaron a cabo un experimento con 58 participantes y aplicaron dos

instrumentos: Inventario de Motivación Intrínseca (IMI) y Escala de usabilidad del sistema (SUS) [S6]. A este tipo de validación le siguen los estudios de casos que se utilizaron en el 28% de las investigaciones. Por el contrario, las validaciones menos utilizadas fueron prueba de conceptos con 1% y prototipo con 2%.

*EC12: Alcance del enfoque.* El alcance de los estudios seleccionados para esta revisión sistemática. Se puede observar que la mayoría tiene solo un enfoque académico (87%) y 10 estudios presentaron un enfoque industrial, por ejemplo, el estudio realizado por Drachen se enfoca en el uso de métricas para realizar un análisis de la jugabilidad durante la producción de juegos comerciales y en contextos de investigación [S5]. Otro estudio es el realizado por Sauvé et. Alabama. donde adaptan el juego online de forma pedagógica y tecnológica: "¡Vive bien, vive sano!" con el fin de mejorar la vida de las personas mayores mediante la introducción de contenidos de aprendizaje [S50].

*EC13: Metodología.* En esta revisión sistemática se seleccionaron 77 estudios, de los cuales 64, es decir, el 83% utilizaron una nueva metodología, el resto son una extensión de un estudio previo.

*EC14: País.* La Figura 4 muestra los resultados demográficos de la revisión sistemática, que muestra que existen estudios de calidad de videojuegos de 32 países diferentes. El país con mayor número de estudios es Estados Unidos con 8, seguido de España con 7, Alemania con 6 y Francia con 5 estudios.



**Figura 4.** Países a los que pertenece cada estudio. Fuente: Elaboración propia.

EC15: Año. En la Figura 5 se muestra en qué año se encuentran los estudios relacionados con la evaluación de la calidad de VG, se puede apreciar que ha habido un mayor número de estudios desde 2014, siendo este junto al 2020 el valor más alto (11 estudios). También se muestran las bibliotecas a las que pertenece cada estudio.

### 3.2.3.3. Comparación de los criterios de extracción

En la Figura 6 se observa la relación entre el tipo de validación y los sistemas cognitivos interactuantes. Por un lado, se puede ver que la interacción acústica es la menos utilizada y en la mayoría de estudios (46) no se especifica la manera de interacción, de los cuales 21 son evaluados mediante experimento. Por otro lado, la interacción especificada más utilizada es la táctil (28) donde 13 estudios son evaluados mediante caso de estudio, 5 mediante experimento y sólo 1 por prueba de conceptos.

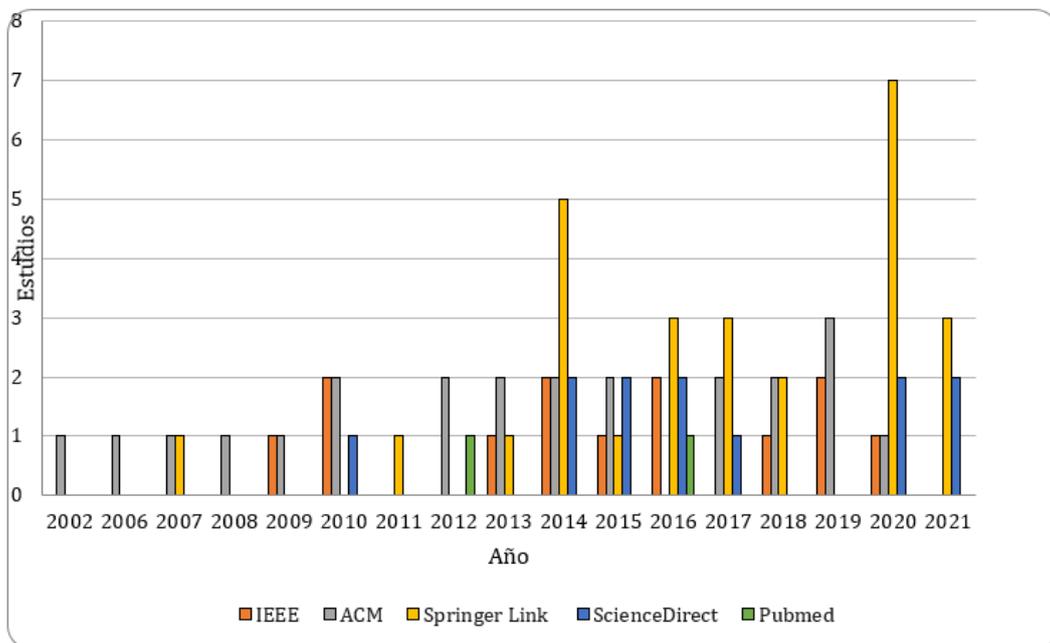
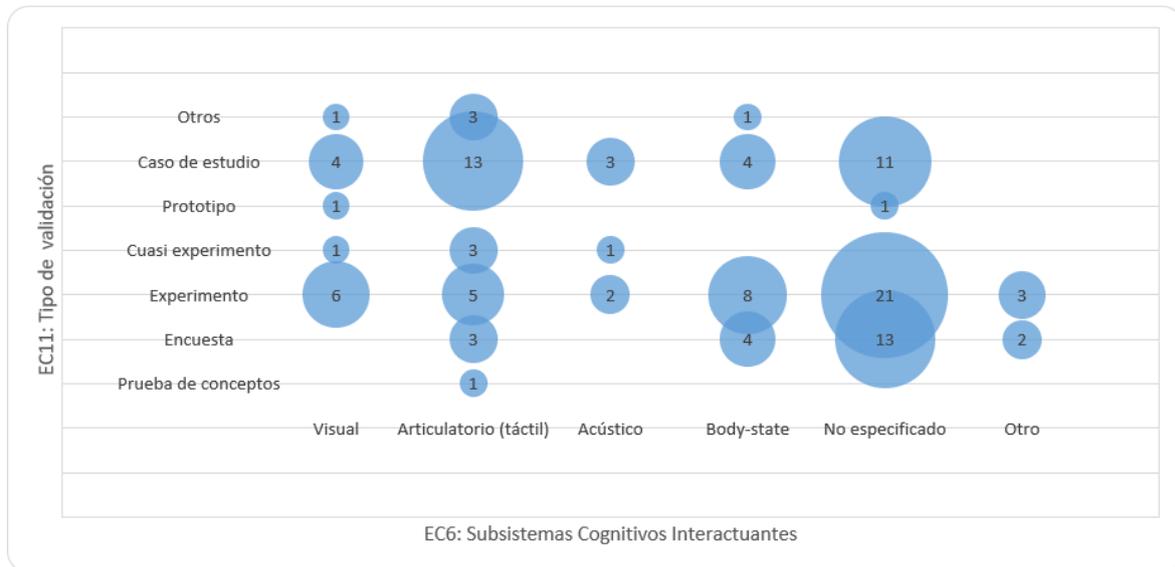
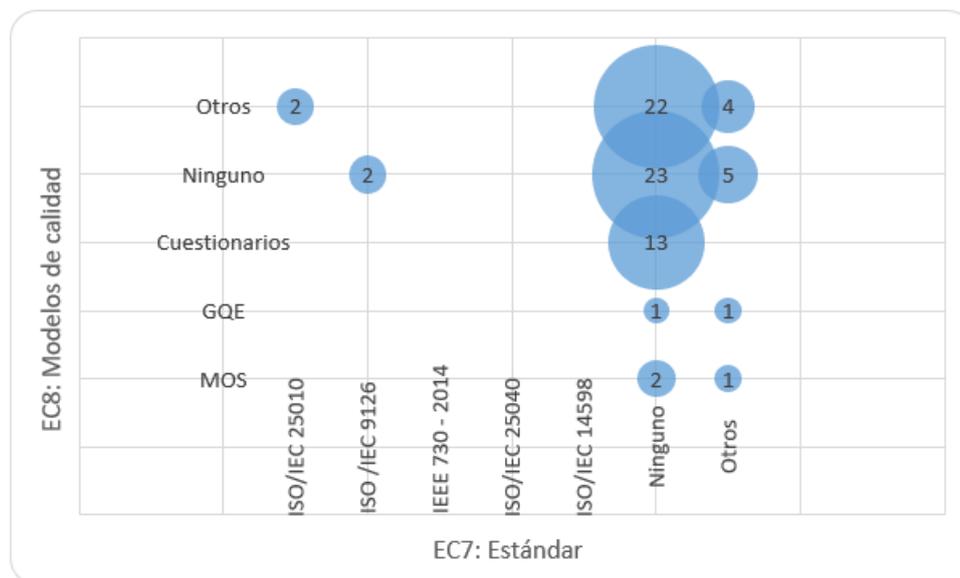


Figura 5. Estudios por cada año. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7 se presenta la relación entre los modelos de calidad y los estándares. Aquí se puede ver que la mayoría de los estudios no utilizan un estándar ni un modelo de calidad. 13 no utilizan un estándar, pero sí cuestionarios para la evaluación del juego; solo 2 estudios utilizan la ISO/IEC 25010 con algún modelo de calidad y otros 2 la ISO/IEC 9126, pero ningún modelo. Además, ningún estudio utiliza los estándares IEEE 730 – 2014, ISO/IEC 25040 e ISO/IEC 14598.

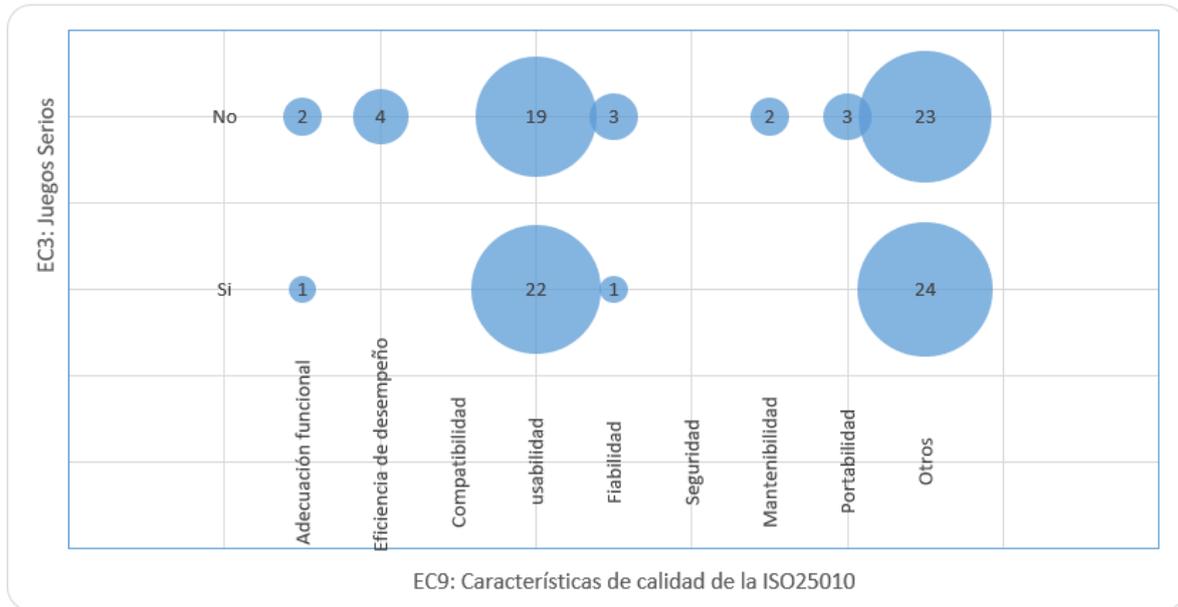


**Figura 6.** Relación entre EC11 y EC6. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7.** Relación entre EC8 y EC7. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 8 se observan las características de calidad de la ISO/IEC 25010 y si éstas son evaluadas en juegos serios o no. Se puede ver que en 47 estudios se evalúan otras características y 24 de estos en juegos serios. La característica de la ISO más evaluada es la usabilidad donde 22 estudios son de juegos serios y 19 de otros. De este gráfico también se puede destacar que en ningún estudio se evalúa la compatibilidad ni la seguridad.



**Figura 8.** Relación entre EC8 y EC7. Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 4: MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

En este capítulo se presenta el método SG-QUAM (Arévalo et al., 2021), contribución central de la tesis, misma que tiene como objetivo evaluar la calidad de juegos serios orientados a la mejora de las funciones cognitivas en ambientes de vida asistida. Este método se presenta mediante el lenguaje de meta-modelado Software and System Process Engineer Method (SPEM 2.0) creado por Object Management Group (OMG), y basado en Meta Object Facility (MOF) y en Uniform Model Language (UML).

### 4.1 Contexto

El método propuesto permite a los ingenieros de sistemas, computación o afines evaluar juegos serios (SG-*Serious Games*) que tienen como objetivo la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria. Este método permitirá evaluar la usabilidad desde el punto de vista de la calidad del SG como producto de software y desde el punto de vista del usuario final (calidad en uso).

### 4.2 Metodología propuesta

En esta sección se presenta el método de evaluación de SG alineado con la norma ISO/IEC 25040 (ISO/IEC, 2016c). Aquí se describen cada una de las cinco fases contenidas en el estándar: i) Establecer los requisitos de evaluación, ii) especificar la evaluación, iii) diseñar la evaluación, iv) ejecutar la evaluación, y v) concluir la evaluación. Cada una de los pasos o etapas permiten regresar a instancias anteriores en caso de ser necesario algún reajuste. El método se puede ver en la Figura 9.

En cada una de estas fases, existe la interacción de los siguientes roles (Figura 10), explicados a continuación:

#### **Diseñador de evaluaciones:**

Persona o grupo de personas con conocimientos en diseño de evaluaciones y en calidad de software.

#### **Experto en juegos serios:**

Persona o grupo de personas expertas en juego serios.

#### **Neuropsicólogo:**

Profesional en el área de psicología o similares, con amplio conocimiento en funciones cognitivas, especialmente de atención y memoria.

## Evaluador:

Persona o grupo de personas encargadas de llevar a cabo la evaluación del SG.

## Gerente del proyecto (Opcional):

Persona encargada del SG que se está evaluando.

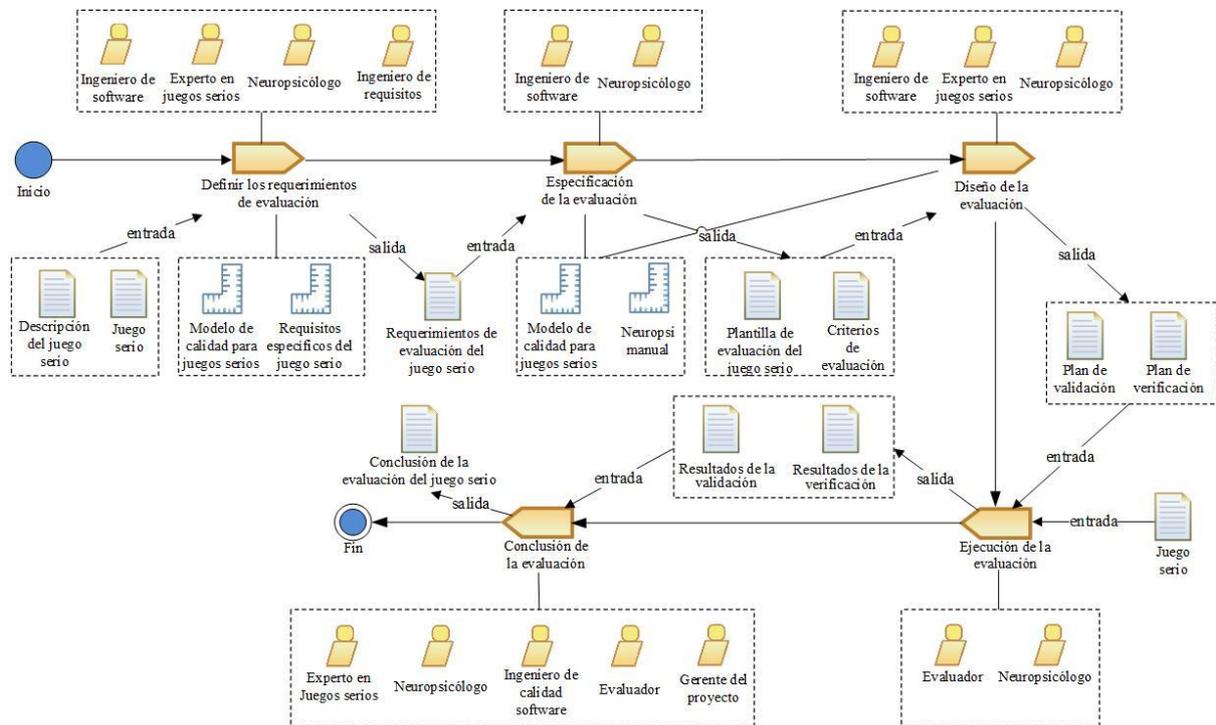


Figura 9. Método de evaluación de la calidad SG-QUAM. Fuente: Elaboración propia.

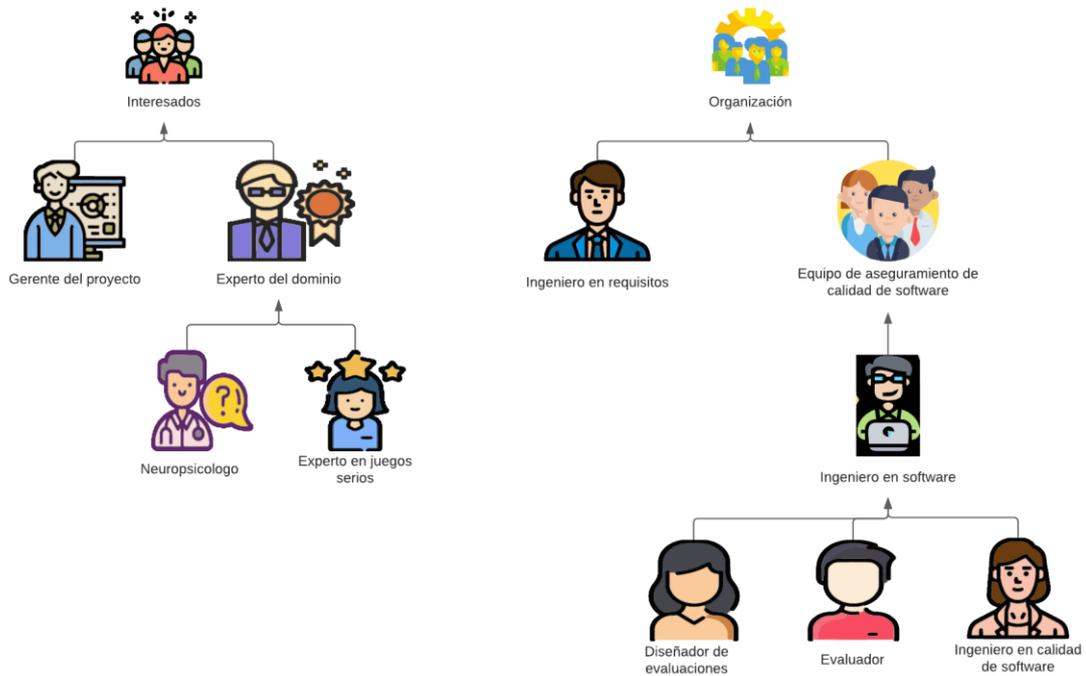
## Experto en calidad de software:

Ingeniero en sistemas o similares, especialista en calidad de software.

Además, cada artefacto y guía observada en la Figura 9, se explica a detalle a continuación y de acuerdo a cada fase a la que corresponde.

### 4.2.1. Fase de establecimiento de requisitos de la evaluación

Establecer los requisitos de evaluación es la primera etapa del método; para la evaluación de juegos serios enfocados en las funciones cognitivas de atención y memoria. Esta etapa tiene como fin delimitar el alcance que tendrá la evaluación de calidad. Como se puede observar en la Figura 11, esta fase consta de cuatro actividades que involucran cuatro roles, tres guías y, dos artefactos de entrada y uno de salida.



**Figura 10.** Diagrama de roles. Fuente: Elaboración propia.

Esta fase cuenta con cuatro actividades principales: i) Establecer los objetivos de evaluación del juego serio, ii) Obtener los requisitos de calidad del juego serio, iii) Identificar los módulos del juego serio a evaluar, iv) Definir el rigor de la evaluación. Para la ejecución de esta etapa se cuenta con las siguientes entradas: descripción del juego serio, el juego serio, un modelo de calidad para juegos serios y los requisitos específicos del juego serio. Al finalizar las actividades se obtiene como salida el documento de requerimientos de evaluación del juego serio. Durante toda la etapa participa el experto en juegos serios y el neuropsicólogo, además en la tarea de obtención de requisitos de calidad también está involucrado el ingeniero requisitos, y en la tarea de identificación de módulos también participa el ingeniero de software.

#### 4.2.1.1 Guías de la etapa de requisitos de la evaluación

En esta etapa se utilizan dos guías: i) Modelo de calidad para juegos serios, ii) Requisitos específicos del juego serio.

##### i) *Modelo de calidad para juegos serios*

Este documento contiene los atributos y métricas para evaluar la calidad de producto y la calidad de uso de un juego serio.

## ii) Requisitos específicos del juego serio

Este documento contiene la especificación de requisitos del juego serio, el cual fue elaborado en fases previas al desarrollo del juego serio.

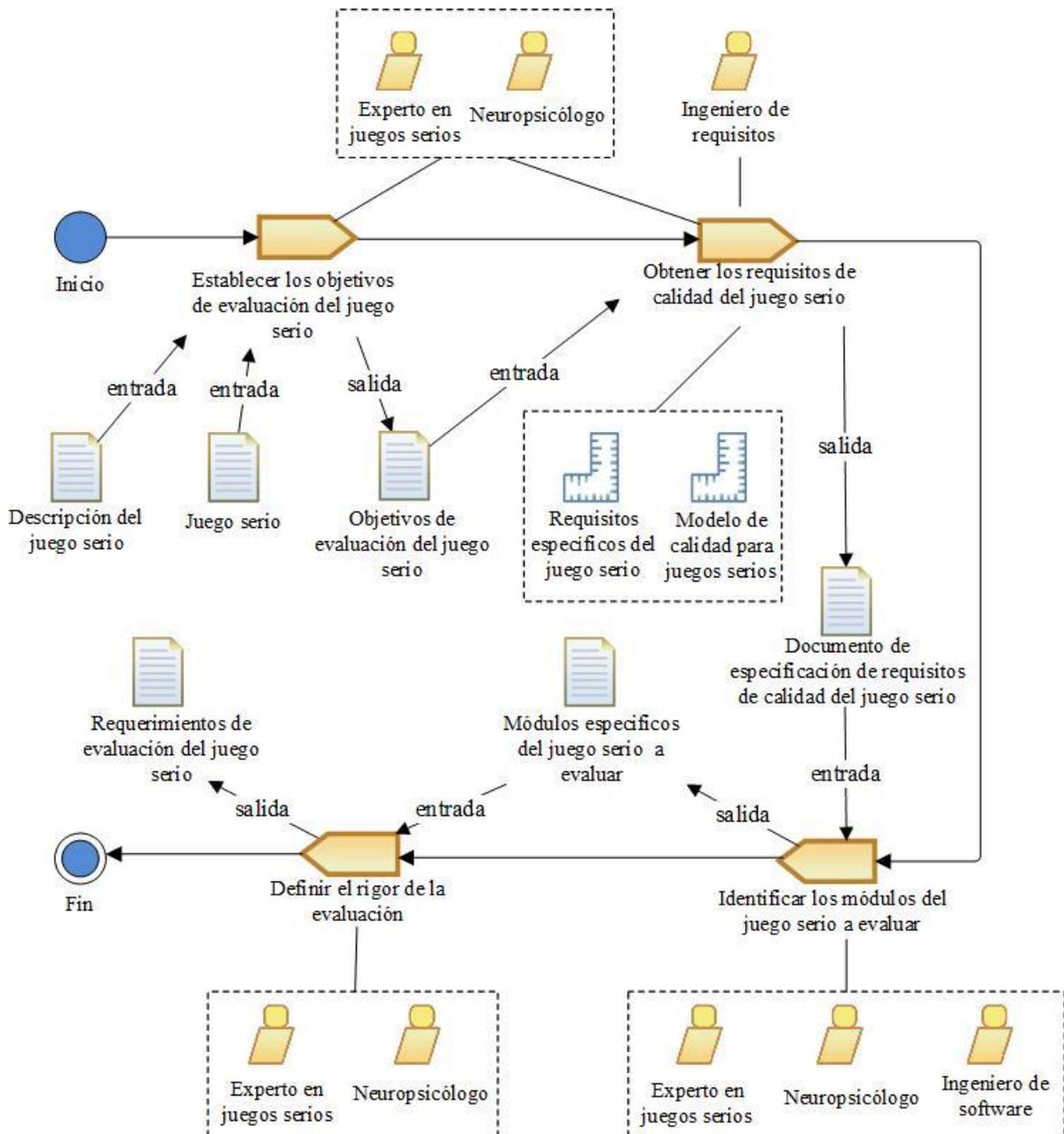


Figura 11. Fase de establecimiento de requisitos. Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.1.2 Artefactos de la etapa de requisitos de la evaluación

En esta etapa se utilizan dos artefactos de entrada: i) Descripción del juego serio, ii) Juego serio. Además, durante la ejecución de las diferentes actividades se obtienen los siguientes artefactos: iii) Objetivos de evaluación del juego serio, iv) Documento de especificación de

requisitos de calidad del juego serio, v) Módulos específicos del juego serio a evaluar. Al finalizar esta fase se obtiene el documento de requerimientos de evaluación del juego serio.

*i) Descripción del juego serio*

Este documento contiene una amplia descripción de los aspectos del juego serio, así como su contexto.

*ii) Juego Serio*

El videojuego que va a ser evaluado.

*iii) Objetivos de evaluación del juego serio*

Consiste en describir cual es la finalidad de evaluar el juego serio, para la elaboración de este artefacto, se puede apoyar en el uso del esquema de marco de trabajo de Basili, Caldiera, & Rombach (1994) llamado Goal-Question-Metric (GQM) (Anexo B).

*iv) Documento de especificación de requisitos de calidad del juego serio*

Este documento contendrá los atributos de calidad seleccionados del modelo de calidad que deben ser contemplados para la evaluación del juego serio.

*v) Módulos específicos del juego serio a evaluar.*

Se indica que parte o partes del juego serio deben ser consideradas para llevar a cabo las siguientes fases del método.

En la última actividad, se van a definir los rigores con los que se van a evaluar cada uno de los módulos. Estos rigores van a depender de la metodología que se use, por ejemplo, si se utiliza la IEEE 830, los rigores están dados por alto, medio, bajo.

*vi) Requerimientos de evaluación del juego serio*

Este documento contiene los requerimientos de la evaluación, donde se incluyen los objetivos, la especificación de los requisitos de la calidad, los módulos del juego serio que se desean evaluar y el rigor que tiene la evaluación.

#### **4.2.2. Fase de especificación de la evaluación**

Esta segunda fase permite generar de manera teórica, lo que se tiene que evaluar en el juego serio. En esta intervienen dos roles, dos guías de entrada y obtenemos dos artefactos de salida Figura 12.

De forma específica, esta fase está compuesta por cinco tareas: i) Seleccionar los elementos del juego serio para su evaluación, ii) Seleccionar los componentes de hardware para la evaluación del juego serio, iii) Seleccionar los atributos de calidad para los elementos del juego, iv) Definir umbrales para funciones cognitivas de atención y memoria, v) Definir los

criterios de evaluación del juego serio. Las entradas principales para el desarrollo de estas actividades son: el artefacto de requerimientos de evaluación del juego serio; modelo de calidad para juegos serios; manual de Neuropsi y como salida se obtiene la plantilla de evaluación y los criterios de evaluación para juegos serios.

En cada una de las tareas, tiene la participación de uno o grupo de ingenieros de software, a excepción de la tarea de definir los umbrales para funciones cognitivas de atención y memoria, en la que participa el rol del neuropsicólogo.

#### **4.2.2.1 Guías relacionadas en la fase de especificación de la evaluación**

Dentro de esta fase se hace uso de: i) Documento de requerimientos de evaluación para juegos serios, ii) modelo de calidad para juegos serios y además del iii) Manual Neuropsi detallada a continuación:

##### *iii) Manual Neuropsi*

Contiene una estandarización e índices fidedignos para realizar diagnósticos tempranos o predictivos de alteraciones en funciones cognitivas en las que incluye atención, memoria. Estos índices son independientes en pruebas de a) atención, b) memoria y c) puntuación total de atención y memoria (Ostrosky et al., 2012). Recomendamos Neuropsi por ser el más utilizado en la comunidad psicológica, además de ser breve, objetivo y fiable para valoraciones de procesos cognitivos en diferentes grupos de poblaciones (Ostrosky-Solis et al., 1998) pero si el neuropsicólogo encargado considera que es más viable utilizar otro método para realizar diagnóstico, tiene completa libertad de utilizarlo.

#### **4.2.2.2 Artefactos obtenidos en la fase de especificación de la evaluación**

##### *i) Elementos de software para la evaluación del juego serio*

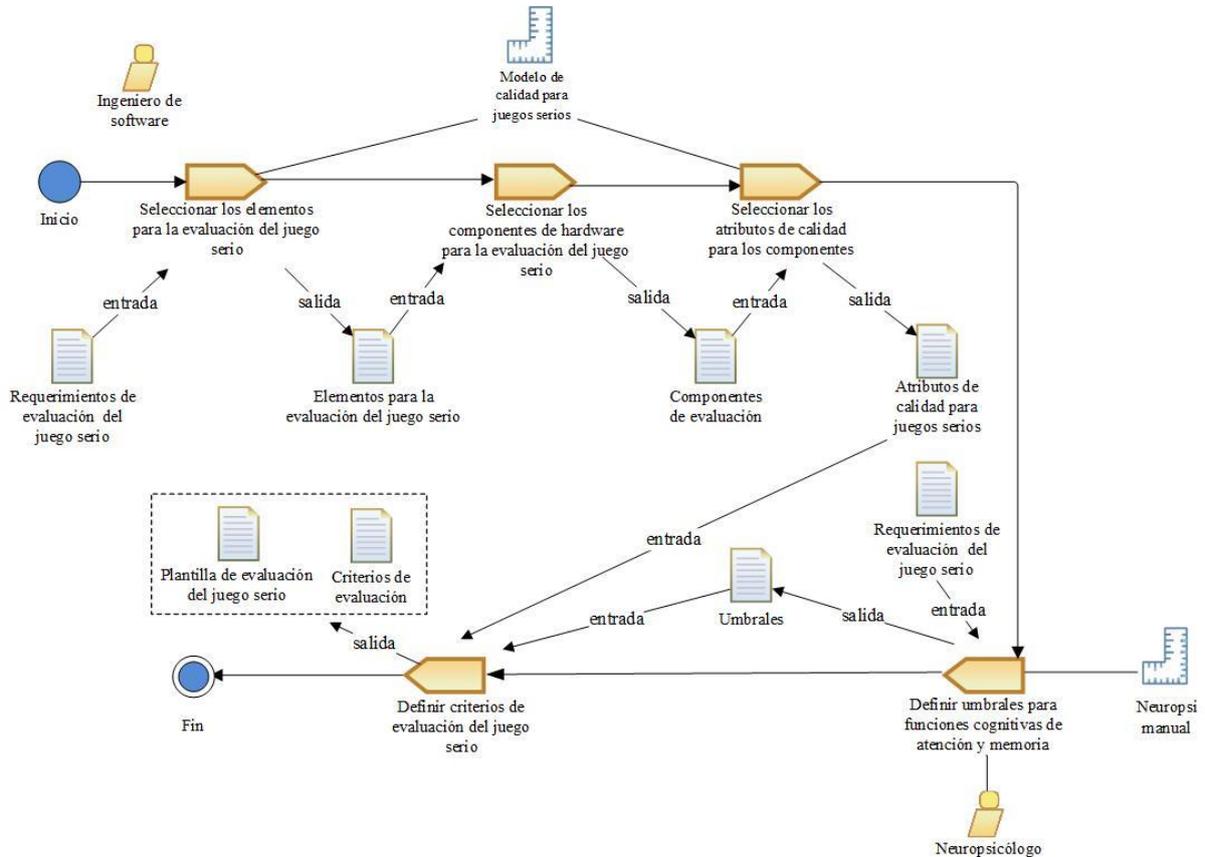
Este artefacto va a contener los elementos de software elegidos con base al artefacto de requerimientos de evaluación. De acuerdo a (Herzum & Sims, 2000), un componente es un artefacto de software autocontenido y claramente identificable que describe o ejecuta funciones específicas; que tiene una interfaz claramente establecida y una documentación apropiada.

##### *ii) Componentes de evaluación*

Este documento detalla tanto los componentes de software y los componentes de hardware que están directamente relacionados con los componentes de software y son necesarios para su correcto funcionamiento.

##### *iii) Atributos de calidad para juegos serios.*

Este artefacto contiene los atributos predefinidos en el modelo de calidad para juegos serios, sean estos para usabilidad, portabilidad (calidad de producto) y/o satisfacción (calidad en uso); cada uno de estos atributos tiene umbrales definidos. Estos atributos deben ser elegidos en relación a los componentes de evaluación seleccionados.



**Figura 12.** Fase de especificación de la evaluación. Fuente: Elaboración propia

#### iv) *Umbrales*

Este documento, indica los rangos a considerar para la evaluación de funciones cognitivas de atención y memoria.

#### v) *Plantilla de evaluación de juegos serios*

Este artefacto contiene los componentes que se van a evaluar, y por cada componente que atributos de calidad se van considerar. Además de la forma en la que se va a evaluar las funciones cognitivas. Teniendo en cuenta que este especifica la evaluación de manera teórica.

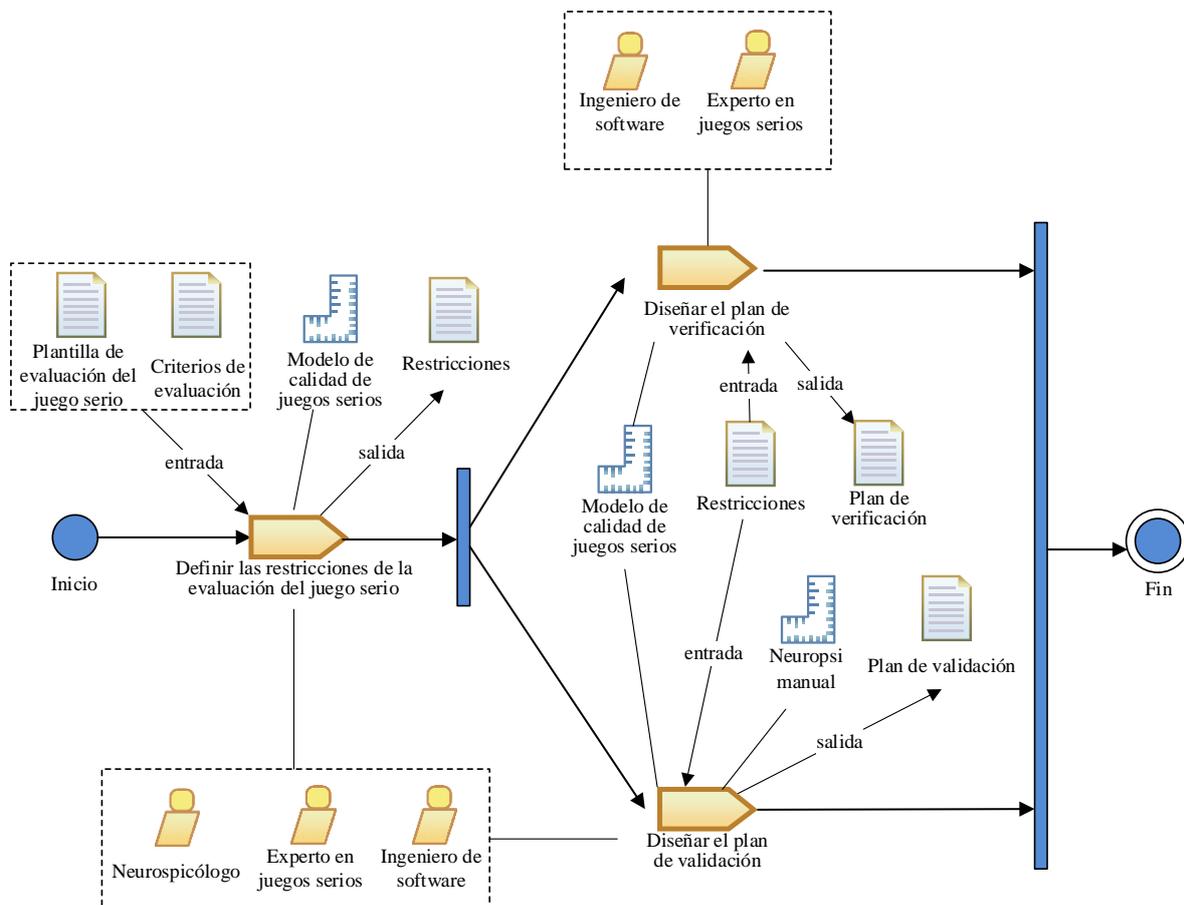
#### vi) *Criterios de evaluación*

Este documento contiene los rangos de importancia para cada uno de los atributos de calidad y umbrales para las funciones cognitivas, por ejemplo, si el requerimiento que indica que la interfaz sea atractiva para el usuario no es muy relevante, esta puede tener un criterio de prioridad bajo, lo que indica que el resultado del mismo no tendrá mucho peso en la

evaluación del juego serio. Esta prioridad depende de la metodología que se esté usando, para el caso del ejemplo se hace uso de IEEE 830.

### 4.2.3. Fase de diseño de la evaluación

Es la tercera etapa del método SG-QUAM y consiste en el diseño de la evaluación, tanto de la parte de verificación como de validación. En la Figura 13 se puede ver que esta fase está compuesta de tres actividades que involucran tres roles, dos guías y, dos artefactos de entrada y dos de salida como producto final.



**Figura 13.** Fase de diseño de la evaluación. Fuente: Elaboración propia.

Esta etapa cuenta con tres actividades principales: i) Definir las restricciones de la evaluación del juego serio, ii) Diseñar el plan de verificación, iii) Diseñar el plan de validación. Para la ejecución de esta etapa se cuenta con las siguientes entradas: plantilla de evaluación del juego serio, criterios de evaluación, modelo de calidad para juegos serios, y manual de Neuropsi. Al finalizar la segunda actividad se obtiene el plan de verificación y al finalizar la tercera actividad se obtiene el plan de validación. Durante toda la etapa participa el experto en juegos serios y el neuropsicólogo, además en la tarea de definir las restricciones de la

evaluación del juego serio, y en la tarea de diseñar el plan de validación también están involucrado el ingeniero de software.

#### 4.2.3.1 Guías de la etapa de requisitos de la evaluación

En esta etapa se utilizan dos guías: i) Modelo de calidad para juegos serios, ii) Neuropsi-manual.

#### 4.2.3.2 Artefactos de la etapa de requisitos de la evaluación

En esta etapa se utilizan dos artefactos de entrada: i) Plantilla de evaluación del juego serio, ii) Criterios de evaluación. Durante la ejecución de la primera actividad se obtienen las iii) restricciones, este artefacto es una entrada para las actividades restantes. Como resultado final se obtiene iv) el plan de verificación y validación.

##### i) *Restricciones*

Este documento debe contener las restricciones que se tienen a la hora de realizar la evaluación, donde se debe de contemplar la disponibilidad de los recursos materiales y humanos, el presupuesto y el tiempo del que se dispone.

##### ii) *Plan de verificación y validación*

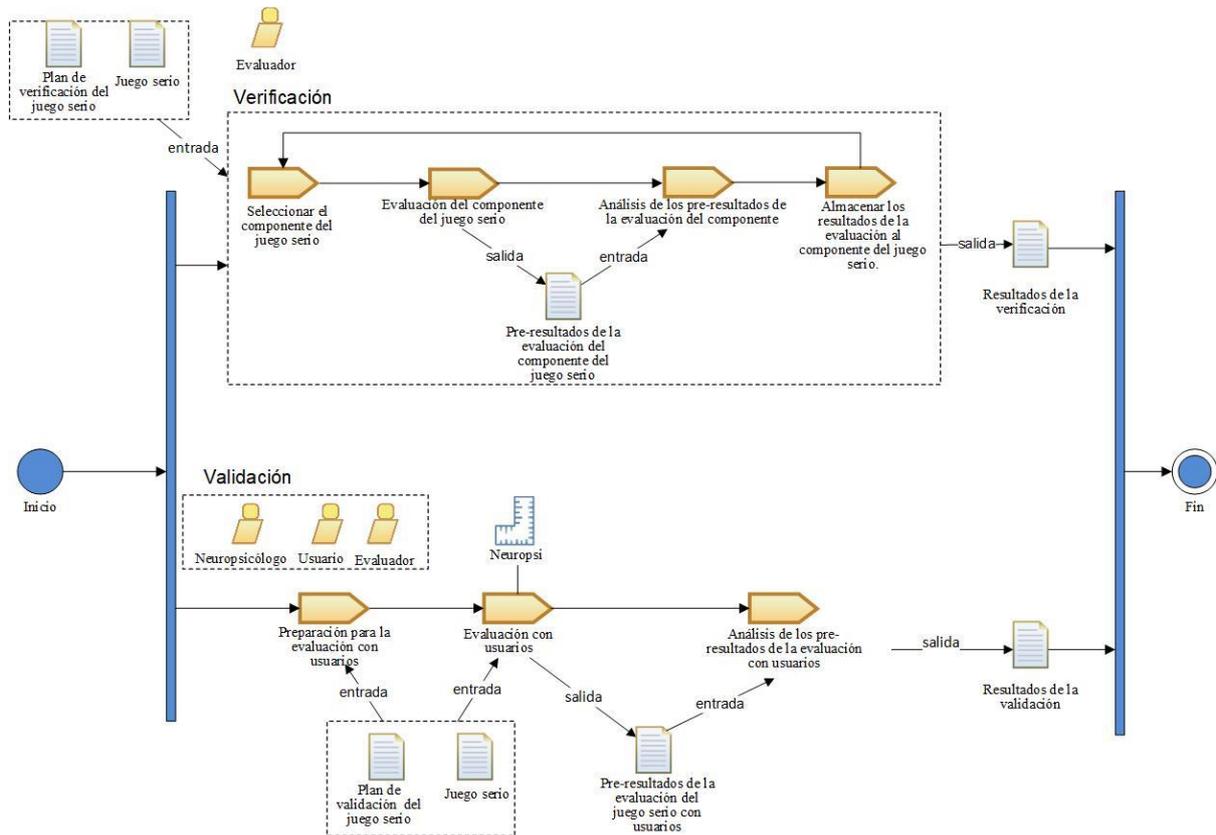
Este documento contiene a detalle cómo se procederá con la evaluación, donde se debe incluir las herramientas que se utilizarán, las tareas que desempeñaran los evaluadores durante el proceso de evaluación y el orden de las actividades que se deben realizar.

#### 4.2.4. Fase de ejecución de la evaluación

Siendo la cuarta fase, consiste en llevar a cabo la evaluación del juego serio. De igual manera que en la etapa anterior, esta se divide en dos sub-fases, una denominada de validación y otra de verificación que en este caso tiene un comportamiento cíclico para evaluar todos los componentes. Además, En esta fase intervienen cuatro roles, una guía y dos artefactos de entrada y obtenemos dos artefactos de salida (Ver Figura 14).

Específicamente, esta fase se compone por siete tareas: i) seleccionar el componente del juego serio, ii) evaluar el componente del juego serio, iii) analizar los pre-resultados de la evaluación del componente iv) Almacenar los pre-resultados de la evaluación al componente del juego serio, v) preparación para la evaluación con usuarios, vi) evaluación con usuarios y vii) análisis de los pre-resultados de la evaluación con usuarios. Las tareas u actividades relacionadas a la sub-fase de validación son desde la (i)-(iv) y para la sub-fase de verificación desde la (v)-(vii). Una de las tareas de interés es la (v), que consiste en generar un ambiente

adecuado para que el usuario se sienta cómodo y tenga al alcance todas las herramientas necesarias para el correcto funcionamiento del juego serio.



**Figura 14.** Fase de ejecución de la evaluación. Fuente: Elaboración propia.

Las entradas principales para el desarrollo de estas actividades son: plan de validación del juego serio, plan de verificación del juego serio y el juego serio. Finalmente, como salida se obtiene los resultados de la verificación y los resultados de la validación.

En cada una de las tareas de verificación, tiene la participación de un o grupo de evaluadores, mientras que, en las tareas de validación, va a existir la siguiente condición: Por un lado, si la evaluación con usuarios está dirigida a funciones cognitivas entonces participan los roles de: neuropsicólogo y usuario, también se hace uso de la guía Neuropsi, cabe mencionar que el neuropsicólogo debe evaluar al paciente (usuario) inicialmente con la plantilla Neuropsi, luego evaluar con la plantilla de Neuropsi adaptada para el juego serio, de esta manera se puede comparar y concluir si existieron o no mejoras en relación a las funciones cognitivas. Por otro lado, si esta dirigidas a la satisfacción del usuario con relación al juego serio y en el contexto de digital, entonces participan los roles del evaluador y el usuario.

## 4.2.4.1 Guías relacionadas en la fase de ejecución de la evaluación

Dentro de esta fase se hace uso de: i) plan de verificación del juego serio, ii) plan de validación del juego serio, iii) el juego serio y además de iv) Neuropsi, detallado a continuación:

### iv) *Neuropsi:*

Está constituido por reactivos sencillos y cortos, que incluyen subpruebas con alta validez neuropsicológica y se adaptaron para evaluar poblaciones de ancianos o psiquiátricas (Ostrosky et al., 2012).

## 4.2.4.2 Artefactos obtenidos en la fase de especificación de la evaluación

### i) *Pre-resultados de la evaluación del componente del juego serio:*

Este artefacto contiene los pre-resultados de la evaluación de un componente del juego serio, que luego pasara a un proceso de análisis para comprobar que la evaluación este completa y detectar posibles errores en los resultados. Después de esto se almacena y se procede a evaluar otro componente.

### ii) *Pre-resultados de la evaluación del juego serio con usuarios:*

Este documento contiene los pre-resultados de la evaluación con usuarios del juego serio, que luego pasara a un proceso de análisis para comprobar que la evaluación este completa y posibles errores en los resultados. Dependiendo de quién esté realizando la evaluación, este deberá ser analizado por el neuropsicólogo o el evaluador.

### iii) *Resultado de la verificación:*

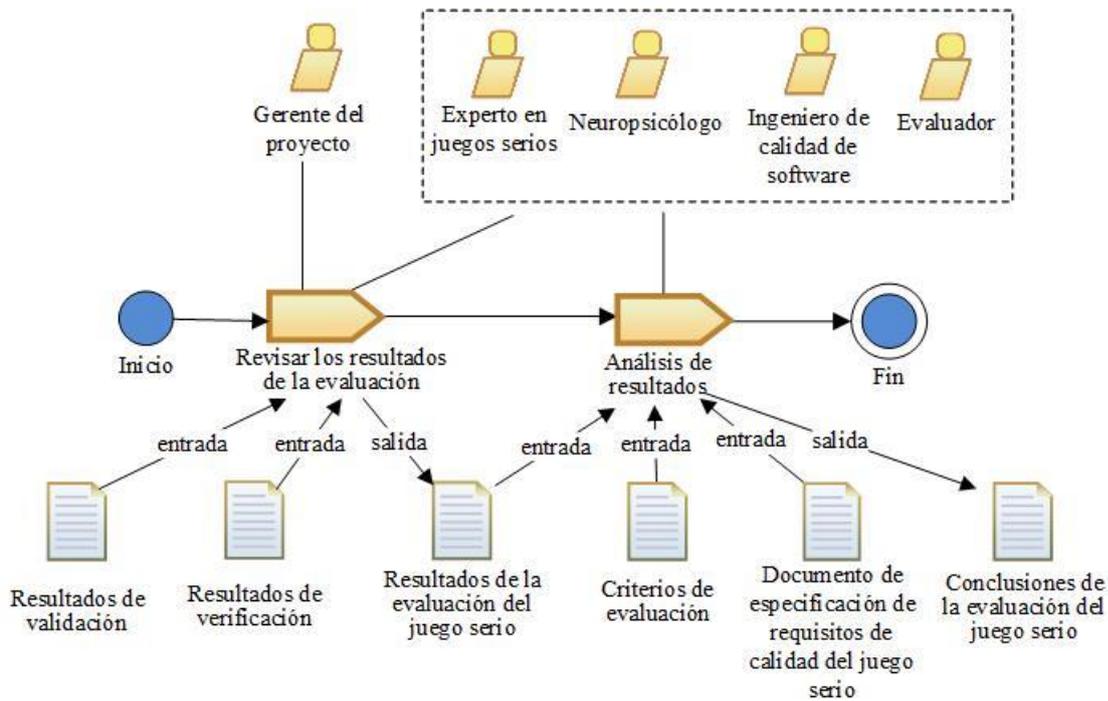
Contiene el resultado de la evaluación de cada componente del juego serio detallado en el plan de verificación.

### iv) *Resultado de la validación:*

Contiene el resultado de la evaluación con usuarios detallado en el plan de validación.

## 4.2.5. Fase de conclusión de la evaluación

La conclusión de la evaluación es la última etapa del método para la evaluación de juegos serios enfocados en las funciones cognitivas de atención y memoria. Esta etapa tiene como fin revisar y analizar los resultados obtenidos de la ejecución de la evaluación. Como se puede observar en la Figura 15, esta fase consta de dos actividades que involucran cinco roles, cuatro artefactos de entrada y uno de salida.



**Figura 15.** Fase de conclusión de la evaluación. Fuente: Elaboración propia.

Esta etapa involucra dos actividades principales: i) Revisar los resultados de la evaluación realizada en verificación y validación, ii) Analizar los resultados. Para la ejecución de esta etapa se cuenta con las siguientes entradas: i) resultados de la validación, ii) resultado de la verificación, iii) criterios de evaluación y iv) documento de especificación de requisitos de calidad del juego serio. Al finalizar las actividades se obtiene como salida un documento con las conclusiones de la evaluación del juego serio. En las dos etapas participa el experto en juegos serios, el neuropsicólogo, el ingeniero de calidad de software y el evaluador, además en la tarea de revisión de los resultados de la evaluación también participa el gerente del proyecto.

#### 4.2.5.1 Artefactos de la etapa de requisitos de la evaluación

En esta etapa se utilizan cuatro artefactos de entrada: i) Resultados de validación, ii) resultados de verificación, iii) Criterios de evaluación, iv) Documento de especificación de requisitos de calidad del juego serio. Durante la ejecución de la primera actividad se obtienen los v) resultados de la evaluación, y como resultado final se obtienen las vi) conclusiones de la evaluación del juego serio.

##### v) *Resultados de la evaluación del juego serio*

Este documento contiene los resultados finales de la evaluación del juego serio, tanto de la parte de validación como de la parte de verificación.

vi) *Conclusiones de la evaluación del juego serio*

Este documento contiene las conclusiones a las que han llegado los expertos del dominio, el ingeniero de calidad y el evaluador después de realizar un análisis de los resultados. Debe de contener una valoración de cada una de las partes del juego serio que han sido evaluadas.

## CAPÍTULO 5: MODELO DE CALIDAD

En este capítulo se propone un modelo de calidad que tiene como objetivo evaluar la calidad del producto y la calidad en el uso de un juego serio. Este modelo ha sido desarrollado alineado con la norma ISO/IEC 25010, la cual, en términos generales, presenta características a evaluar en un producto software. El modelo se describe a continuación y se presenta en su totalidad en los apéndices L y M.

### 5.1 Modelo de calidad de producto

En esta sección se describe las principales sub-características y atributos de las métricas del modelo de calidad de producto de juegos serios. Este modelo ha sido adaptado y ampliado del QSGAME-MODEL presentado en (Garcia-Mundo et al., 2015), que considera las características propuestas en la norma ISO/IEC 25000, además de diversas características y atributos obtenidos mediante la revisión sistemática del CAPÍTULO 3.

Para el modelo se han considerado las características usabilidad y portabilidad de la norma ISO/IEC 25010, esto debido a su relevancia en los juegos serios.

#### 5.1.1. Usabilidad

La usabilidad es la capacidad que tiene un producto de software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario cuando se usa bajo ciertas condiciones. En esta sección se muestran las sub-sub-características, los atributos y las métricas de cada una de las sub características de la usabilidad, que son: inteligibilidad, aprendizaje, operabilidad, protección contra errores del usuario, accesibilidad y estética.

- **Inteligibilidad**

La inteligibilidad deja ver la capacidad que tiene el producto de software para permitir al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.

**Tabla 9.** Atributos de la sub característica Inteligibilidad. Fuente: Elaboración propia.

Sub-sub característica	Atributo	Significado
Guía de Usuario	Documentación	¿Es fácil de localizar, especificar los pasos necesarios y no ser muy extensa?
	Descripción de las funciones	¿El sistema de ayuda es completo? ¿El juego serio cuenta con ayuda dinámica frente a los retos?
	Ayuda	¿El juego serio cuenta con ayuda dinámica frente a los retos?
	Demostración del funcionamiento	¿En qué medida se muestra el funcionamiento del juego serio en las demostraciones?

- **Aprendizaje**

El aprendizaje hace referencia a la capacidad del producto de software que permite al usuario operarlo y contralarlo con facilidad.

**Tabla 10.** Atributos de la sub característica Aprendizaje. Fuente: Elaboración propia.

Sub-sub característica	Atributo	Significado
Comprensibilidad	Reglas claras	¿En qué medida las reglas del juego serio establecen las acciones que están permitidas?
	Capacidad de aprendizaje del juego	¿Se puede recordar fácilmente la forma de controlar el juego?
	Mecánica del juego serio	¿El juego serio tiene una relación coherente entre objetivos, desafíos y recompensas?
	Botones evidentes	¿El jugador comprende el propósito de los botones?
	Independencia	¿En qué medida se puede jugar independientemente sin la necesidad de asistencia o apoyo?
Simplicidad	Navegabilidad entre funciones disponibles	¿Se puede navegar fácilmente entre las diferentes funciones del juego serio?
	Mecanismos de corrección	¿El juego serio tiene mecanismos para corregir las acciones erróneas del jugador?
	Valores predeterminados de los campos de entrada	¿Proporción de campos de entrada que podrían tener valores predeterminados se llenan automáticamente?
	Mensajes de retroalimentación	¿Los mensajes de retroalimentación son útiles para mejorar el aprendizaje del usuario?

- **Operabilidad**

La operabilidad es la capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.

**Tabla 11.** Atributos de la sub característica Operabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Sub-sub característica	Atributo	Significado
Consistencia	Consistencia de navegación	¿Las acciones de navegación en cada función del juego serio se llevan a cabo con opciones similares?
	Consistencia en la ubicación de componentes	¿Los iconos con la misma funcionalidad aparecen en el mismo lugar en cada pantalla?
	Consistencia de apariencia	¿Los iconos con la misma funcionalidad aparecen con la misma apariencia en cada pantalla?

	Consistencia operativa	¿Las tareas interactivas tienen un comportamiento y una apariencia coherentes tanto dentro de la tarea como en tareas similares?
	Coherencia entre los objetivos y las historias principales	¿Las historias principales y el objetivo del juego tienen un conflicto?
Mensajes	Mensajes de progreso	¿En qué medida los mensajes de progreso del juego serio describen el avance de los jugadores?
	Mensajes de retroalimentación	¿En qué medida los mensajes de retroalimentación describen la información que debe recibir el jugador?
Realismo	Controles	¿Los controles permiten al usuario manejar el juego serio de la manera más realista posible
	Historia	¿Si es necesario, la historia esta apegada a los hechos reales?
	Personajes	¿Los personajes son lo más apegados a la realidad
	Hardware	¿Los componentes de hardware tienen problemas de usabilidad
Personalización	Personalización de las funciones	¿Qué cantidad de funciones y procedimientos operacionales que puede personalizar el usuario de juegos serios
	Personalización de la interfaz de usuario	¿Qué elementos de la interfaz de usuario se pueden personalizar?
	Personalización de personajes	¿El jugador puede personalizar su personaje?
Control	Capacidad de monitoreo	¿Cuántos estados de la función que se pueden monitorear?
	Capacidad de deshacer	¿Qué cantidad de tareas que tienen una consecuencia significativa y ofrecen una opción de reconfirmación o de deshacer?
	Cobertura objetiva	¿Qué tan completa es la implementación de las funciones de SG de acuerdo con los objetivos establecidos?
	Cobertura de progreso	¿Hasta qué punto las funciones de SG indican cómo progresará el jugador durante el juego?
	Cobertura de desafíos compartidos	¿Hasta qué punto las funciones de SG permiten al jugador compartir con otros jugadores los desafíos enfrentados exitosamente?
	Cobertura de recompensas compartidas	¿Hasta qué punto las funciones de SG permiten al jugador compartir las recompensas que ha obtenido con otros jugadores?
	exceso de recompensas	¿Hasta qué punto las funciones de SG especifican cómo se otorgarán las recompensas en el juego?
	Capacidad de respuesta	La aplicación debe ser capaz de procesar eventos generados por el usuario con la velocidad que el usuario no siente ningún retraso no deseado.
Comprensión	Comprensibilidad terminológica	La terminología utilizada en el juego es familiar para los usuarios.

- **Protección contra errores de usuario**

La protección contra errores del usuario hace referencia a la capacidad del sistema para proteger a los usuarios de cometer errores.

**Tabla 12.** Atributos de la sub característica Protección contra errores de usuarios. Fuente: Elaboración propia.

Atributo	Significado
Prevención de errores	¿Ayuda al usuario a que no caiga en un error?
Error de entrada	¿Las entradas de los usuarios están protegidas para evitar el mal funcionamiento del sistema?
Mensajes de error	¿Los mensajes de error de entrada se describen claramente para facilitar la corrección por parte del usuario?

- **Accesibilidad**

La accesibilidad es la capacidad del producto de software que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.

**Tabla 13.** Atributos de la sub característica Accesibilidad. Fuente: Elaboración propia.

Atributo	Significado
Texto alternativo	¿Las funciones de juegos serios ofrecen opciones de manera que cualquier contenido no textual pueda convertirse en otras formas (ej. texto descriptivo, entre otros)?
Funcionalidades con teclado	¿Qué cantidad de funcionalidades del juego serio que permiten uso del teclado?
Restricción de tiempo	¿Los juegos serios permiten eliminar las limitaciones de tiempo o proporcionan el tiempo suficiente para usuarios con discapacidades?
Accesibilidad para usuarios con discapacidad cognitiva	¿En qué medida pueden los usuarios con capacidad cognitiva limitada utilizar con éxito el sistema?
Accesibilidad para usuarios con discapacidad física	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad física limitada pueden utilizar con éxito el sistema?
Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad auditiva limitada pueden utilizar con éxito el sistema?
Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad visual limitada pueden utilizar con éxito el sistema?
Disponibilidad de diferentes idiomas	¿Qué idiomas se admiten?

- **Estética**

La estética hace referencia a la capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.

**Tabla 14.** Atributos de la sub característica Estética. Fuente: Elaboración propia.

Atributo	Significado
Diseño de la interfaz	¿Qué proporción de interfaces utilizan el espacio, color y texto correctamente?
Legibilidad	¿Cuántas interfaces siguen los principios de legibilidad en cuanto a texto, color y fuente?
Coherencia entre texto y multimedia	¿Qué cantidad de interfaces de usuario que utiliza elementos multimedia para respaldar el texto?
Simplicidad de la interfaz	¿La interfaz contiene solo los elementos que son necesarios?
Apariencia realista	¿Hasta qué punto el diseño de la interfaz es realista y se familiariza con el usuario?
Apariencia estética	¿Hasta qué punto son aceptables las interfaces de usuario?

## 5.1.2. Portabilidad

En esta subsección se presenta el modelo de calidad de juegos serios de la característica de portabilidad. Esta hace referencia a la capacidad del producto de software de ser transferido de forma efectiva y eficiente de un entorno de hardware, software, operacional o de utilización a otro. Esta característica se divide en adaptabilidad, capacidad de ser instalado y capacidad para ser reemplazado.

- **Adaptabilidad**

La adaptabilidad es la capacidad del producto de software que permite ser adaptado de forma efectiva y eficiente a diferentes entornos determinados de hardware, software, operacionales o de uso.

**Tabla 15.** Atributos de la sub característica Adaptabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Atributo	Significado
Entorno de Hardware	¿El juego serio es capaz de adaptarse a diferentes entornos de hardware?
Entorno de software	¿El juego serio es capaz de adaptarse a diferentes entornos de software?
Entorno operacional	¿El juego serio es capaz de adaptarse a diferentes entornos operacionales?

- **Capacidad de ser instalado**

La capacidad a ser instalado hace referencia a la facilidad con la que el producto se puede instalar o desinstalar de forma exitosa en un determinado entorno.

**Tabla 16.** Atributos de la sub característica Capacidad de ser instalado. Fuente: Elaboración propia.

Atributo	Significado
Facilidad de instalación	¿El juego puede ser instalado fácilmente en un entorno de operación?

- **Capacidad para ser reemplazado**

La capacidad para ser reemplazado indica la capacidad que tiene el producto de software para ser utilizado en lugar de otro producto con el mismo propósito y en el mismo entorno.

**Tabla 17.** Atributos de la sub característica Capacidad para ser reemplazado. Fuente: Elaboración propia.

Atributo	Significado
Similitud de uso	¿Cuántas funciones del juego se puede realizar sin un aprendizaje adicional?
Calidad de producto equivalente	¿Cuántas medidas de calidad se satisfacen después de reemplazar el juego serio?
Inclusividad funcional	¿Funcionalidades similares se pueden usar fácilmente después de reemplazar?

## 5.2 Modelo de calidad en uso

En esta sección se muestran las características, atributos y métricas que conforman el modelo de calidad en uso de juegos serios orientados a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria. Esta información ha sido recopilada y adaptada para juegos serios a partir de los siguientes estudios (González José et al., 2009; Jennett et al., 2008; Ramadan & Hendradjaya, 2014) e ISO/IEC 25023.

### 5.2.1. Usabilidad

- **Efectividad**

**Tabla 18.** Atributos de la sub característica Efectividad. Fuente: Elaboración propia.

Sub-sub característica	Atributo	Significado
Errores	Frecuencia de error	¿Qué proporción de errores encuentra el jugador en el juego?
Efectividad de los objetivos	Claridad del objetivo	¿El juego proporciona objetivos claros y los jugadores pueden alcanzarlo?
	Objetivos completados	Precisión media de los objetivos completados.
	Intentos por objetivo	Frecuencia de intentos para lograr un objetivo.

- **Eficiencia**

**Tabla 19.** Atributos de la sub característica Eficiencia. Fuente: Elaboración propia

Sub-sub característica	Atributo	Significado
Tiempo de tarea	Eficiencia del tiempo de tarea	¿Cuánto tiempo tarda el jugador en completar una tarea, en comparación con lo planeado?
	Facilidad del juego	¿El juego es fácil de entender y jugar?

	Aprendizaje obtenido del juego	Recuerdo, entendimiento, aplicación, análisis, síntesis, evaluación.
Relativa al usuario	Experiencia de flujo	Estado de completa absorción o participación en una actividad y se refiere a la experiencia óptima.
	Tensión	¿Es posible concentrarse en el juego?
	Habilidad de uso de control	¿El control del juego es fácil de usar?
	Compromiso del usuario	¿El juego motiva y obliga a los usuarios a pensar, organizar y utilizar la información de forma que fomente la construcción activa del significado y la comprensión del problema?
	Deseo de juego percibido	¿El usuario percibe el juego como realista y atractivo?
	Atención enfocada	¿El usuario está atento a la experiencia del juego?
	Interacción	¿El uso del juego es lo más natural posible y de acuerdo a un enfoque multimodal?
	Eficiencia de un usuario comparado con un experto	La interacción para usuarios debe ser rápida, de tal forma que sea útil tanto para usuarios básicos como avanzados.

- **Satisfacción**

**Tabla 20.** Atributos de la sub característica Adaptabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Sub-sub característica	Atributo	Significado
	Reconocimiento antes que recuerdo	¿Son visibles las acciones y opciones para que el usuario no tenga que recordar información entre distintas secciones o partes de la aplicación?
Jugabilidad	Game Play	¿El juego garantizar altos niveles de disfrute para todos los niveles de jugadores?
	Jugabilidad	Capacidad para garantizar que el juego atraiga, motive y entretenga al jugador durante el tiempo de juego.
	Experiencia del juego	¿El juego no provoca estrés al usuario?
	Método de juego	¿Qué tal el método de juego?
	Reglas	¿El jugador cumple las reglas del juego?
	Tiempo de respuesta	¿El juego proporciona una respuesta rápido a la acción del jugador?
	Experiencia del jugador	¿La experiencia es divertida para el jugador?
	Diversión	¿El juego facilitar la participación en el proceso de aprendizaje?

	Socialización	¿Qué cantidad de usuarios potenciales que eligen usar el sistema en un entorno colaborativo?
	Inmersión	¿El juego fomenta la implicación del usuario?
Contenido	Equilibrio del juego	¿El desafío, la estrategia y la historia son equilibrados?
	Escenarios del juego	¿La historia o escenario del juego son interesantes?
	Dinamismo del juego	¿No hay tareas repetitivas o aburridas en el juego?
	Reto	¿El juego debe ser mejor la próxima vez o nivel?
	Personajes del juego	¿El jugador comprende el papel del personaje?
Diseño	Diseño de las interfaces de usuario	¿El diseño de las interfaces de usuario es agradable en apariencia?
	Formato del texto	¿El formato de la letra es el adecuado para el jugador?
	Ergonomía de carga cognitiva	¿Se ha minimizando al máximo la carga de información cognitiva y tecnológica?
	Diseño de personajes	¿El diseño de personajes es agradable en apariencia?
	Uso discrecional de funciones	El número de usuarios potenciales que usan una función específica del sistema.

## CAPÍTULO 6: CASO DE ESTUDIO

En este capítulo, se muestra el uso del método SG-QUAM propuesto aplicado a un juego serio para la estimulación de la función cognitiva de memoria y orientado a adultos mayores. El juego se llama álbum de los recuerdos y está disponible en la siguiente URL <https://album-de-recuerdos.web.app/home>. Cada etapa detalla las actividades realizadas en cada una de las tareas.

### Etapa 1. Requisitos de la evaluación

#### 1.1 Establecer los objetivos de evaluación del juego serio

Para esta evaluación se ha definido el esquema GQM de la siguiente manera (Tabla 21):

**Tabla 21.** GQM Objetivos de evaluación del juego serio “álbum de los recuerdos”. Fuente: Elaboración propia.

<b>Analizar</b>	La calidad del juego serio “ <i>Álbum de los recuerdos</i> ”, el cual está orientado a la mejora de la memoria del adulto mayor.
<b>Con el propósito de</b>	Evaluar la calidad del juego serio.
<b>Con respecto a</b>	Usabilidad, portabilidad y facilidad de uso percibida en el juego serio.
<b>Desde el punto de vista de</b>	Ingenieros de software y usuarios finales.
<b>En el contexto de</b>	Los juegos serios desarrollados en el proyecto de investigación: Diseño de arquitecturas y modelos de interacción para ambientes de vida asistida orientados a adultos mayores. Caso de estudio: ambientes lúdicos y sociales.

#### 1.2 Obtener los requisitos de calidad del juego serio

Los requisitos de calidad que debe cumplir el juego serio son los siguientes:

- El sistema presenta una interfaz de usuario sencilla para que sea de fácil manejo a los usuarios del sistema.
- La interfaz del usuario debe de presentar un sistema de ayuda para que los mismos usuarios del sistema se les faciliten el trabajo en cuanto al manejo del sistema.
- El sistema debe tener una interfaz de usuario teniendo en cuenta los criterios de accesibilidad necesaria para un adulto mayor con problemas de visión y auditivos.
- El juego debe funcionar correctamente tanto en dispositivos móviles y/o computadores.
- El objetivo del juego debe ser claro y fácil de entender.

- La interacción juego-usuario (mediante mensajes, entre otros), debe ser clara y concisa, detallado de manera correcta lo que se debe realizar en el juego y como se lo debe hacer.
- Para la evaluación con Neuropsi: Se debe obtener una puntuación al usar el juego serio igual o mayor a la obtenida en la evaluación previa realizada únicamente con las platillas de Neuropsi.

### 1.3 Identificar los módulos del juego serio a evaluar

Los módulos del juego serio que se desean evaluar son los siguientes:

- Primer desafío que consiste en realizar un rompecabezas.

### 1.4 Definir el rigor de la evaluación

La evaluación será realizada a un juego serio que utilizarán los adultos mayores para ejercitar su memoria con el objetivo de mejorar esta función cognitiva y evitar un posible deterioro. Por lo tanto, se requiere que tenga buena usabilidad para así garantizar el propósito del juego, caso contrario afectará al usuario de manera negativa, por lo que se determina que el rigor de la evaluación es de nivel alto, considerando la metodología Moscow (Apéndice F) donde se tienen en cuenta cuatro categorías: i) Debe tener (M), II) Debería tener (S), ii) Podría tener (C), iv) No tendrá esta vez (W). Por lo tanto, el rigor de la evaluación es M.

## Etapa 2. Especificación de la evaluación

### 2.1 Seleccionar componentes de software para la evaluación del juego serio

Los componentes del juego serio que se desean evaluar son las siguientes (Tabla 22):

**Tabla 22.** Elementos a evaluar del juego serio “álbum de los recuerdos”. Fuente: Elaboración propia.

Módulo	Elemento
Rompecabezas	Recordar la imagen
	Encabezado
	Botón “Ayuda”
	Tiempo
	Sección donde se presentan las imágenes que deben ser ordenadas
	Sección donde se colocan las imágenes
	Botón “Continuar”
	Fondo
	Sección “Lo lograste”

## 2.2 Seleccionar los componentes de hardware para la evaluación del juego serio

Los componentes de hardware que se necesitan para la evaluación son los siguientes:

- Una computadora o un dispositivo móvil con acceso a internet.

## 2.3 Seleccionar los atributos de calidad para los componentes

A continuación, se detallan los atributos de calidad que se deben evaluar (ver Tabla 23):

**Tabla 23.** Atributos de calidad a evaluar en el juego serio " álbum de los recuerdos ". Fuente: Elaboración propia.

Atributo de calidad	Significado	Métrica
Diseño de la interfaz	¿Qué proporción de interfaces utilizan el espacio, color y texto correctamente?	$X = A / B$ A = número de interfaces de usuario de acuerdo con los principios de diseño de pantalla B = número de interfaces de usuario X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Legibilidad	¿Cuántas interfaces siguen los principios de legibilidad en cuanto a texto, color y fuente?	$X = A / B$ A = número de interfaces de usuario de acuerdo con los principios de legibilidad B = número de interfaces de usuario X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Simplicidad de la interfaz	¿La interfaz contiene sólo los elementos que son necesarios?	$X = A / B$ A = número de interfaces de usuario con diseño minimalista B = número de interfaces de usuario X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Apariencia realista	¿Hasta qué punto el diseño de la interfaz es realista y se familiariza con el usuario?	$X = A / B$ A = número de interfaces de usuario de apariencia realista B = número de interfaces de usuario X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.

Apariencia estética	¿Hasta qué punto son aceptables las interfaces de usuario?	$X = A / B$ A = número de interfaces de usuario aceptable y de apariencia atractiva B = número de interfaces de usuario X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Descripción de las funciones	¿En qué medida se describen las funciones dentro del juego serio?	$X = A / B$ A = número de funciones del juego serio descritas en tutoriales de acuerdo con los requisitos de juegos serios B = total de funciones del juego serio X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor
Demostración del funcionamiento	¿En qué medida se muestra el funcionamiento del juego serio en las demostraciones?	$X = A / B$ A = número de funciones del juego serio cuya operación se muestra en demostraciones de acuerdo con los requisitos de SG B = total de funciones del juego serio X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor
Reglas claras	¿En qué medida las reglas del juego serio establecen que acciones están permitidas?	$X = A / B$ A = número de reglas claras del juego serio B = número de reglas del juego serio X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor
Mecánica del juego serio	¿El juego serio tiene una relación coherente entre objetivos, desafíos y recompensas?	$X = A / B$ A = número de funciones del juego serio que tienen una relación coherente entre objetivos, desafíos y recompensas B = total de funciones del juego serio X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor

Navegabilidad entre funciones disponibles	¿Se puede navegar fácilmente entre las diferentes funciones del juego serio?	$X = A / B$ A = número de funciones del juego serio que se pueden navegar fácilmente B = total de funciones del juego serio X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor
Comprensibilidad terminológica	¿La terminología utilizada en el juego es familiar para los usuarios?	$X = A / B$ A = número de términos que entendieron los usuarios previstos B = número de términos que están incluidos en la interfaz X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Ayuda	¿El juego serio cuenta con ayuda dinámica frente a los retos?	$X = A / B$ A = número de desafíos con ayuda contextual B = número de desafío del juego serio X [0,1] cuanto más cerca de uno mejor
Mensaje de retroalimentación	¿Los mensajes de retroalimentación son útiles para mejorar el aprendizaje del usuario?	$X = A / B$ A = número de mensajes de retroalimentación que describen las formas de mejorar el aprendizaje. B = número de mensajes de retroalimentación X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor
Mensajes de error	¿Los mensajes de error de entrada se describen claramente para facilitar la corrección por parte del usuario?	$X = A / B$ A = número de entradas erróneas las cuales proveen un valor correcto sugerido. B = número de entradas erróneas detectadas X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Restricción de tiempo	¿Los juegos serios permiten eliminar las limitaciones de tiempo o proporcionan el	$X = A / B$ A = número de funciones que permiten a los usuarios modificar las limitaciones de tiempo

	tiempo suficiente para usuarios con discapacidades?	B = número de funciones del juego serio X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Accesibilidad para usuarios con discapacidad cognitiva	¿En qué medida pueden los usuarios con capacidad cognitiva limitada utilizar con éxito el sistema?	$X = A / B$ A = número de funciones que pueden utilizar con éxito usuarios con discapacidad cognitiva. B = número de funciones implementadas X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Accesibilidad para usuarios con discapacidad física	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad física limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	$X = A / B$ A = número de funciones que pueden utilizar con éxito usuarios con discapacidad física. B = número total de funciones implementadas X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad auditiva limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	$X = A / B$ A = número de funciones que puede utilizar el usuario con discapacidad auditiva. B = número de funciones implementadas X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad visual limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	$X = A / B$ A = Número de funciones utilizables por usuarios con discapacidad visual. B = número de funciones implementadas X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.
Entorno de Hardware	¿El juego serio capaz de adaptarse a diferentes entornos de hardware?	$X=1-A/B$ A= número de funciones que no se completaron o no fueron suficientes para cumplir con los requisitos durante las pruebas B= Número de funciones que fueron probadas en diferentes entornos de hardware.

Entorno de software	¿El juego serio es capaz de adaptarse a diferentes entornos de software?	$X=1-A/B$ A= número de funciones que no se completaron o no fueron suficientes para cumplir con los requisitos durante las pruebas B= Número de funciones que fueron probadas en diferentes entornos de software.
Entorno operacional	¿El juego serio es capaz de adaptarse a diferentes entornos operacionales?	$X=1-A/B$ A= número de funciones que no se completaron o no fueron suficientes para cumplir con los requisitos durante las pruebas operacionales con un entorno de usuarios B= Número de funciones que fueron probadas en diferentes entornos de operación

## 2.4 Definir umbrales para funciones cognitivas de atención y memoria

El puntaje máximo a obtener es igual al número de piezas a armar. Los umbrales en Neuropsi para memoria de evocación para una figura semicompleja de 12 partes, están definidos de la siguiente manera (Tabla 24):

**Tabla 24.** Umbrales definidos por el manual Neuropsi, para memoria de evocación. Fuente: Elaboración propia.

Descripción	Puntaje/12	Porcentaje	Normalizados
Severo	0-5	41.66 %	[-3]
Moderado	6-8	25%	[-2.5,-1.5]
Normal	8.5-12	33.34%	[-1,0.5]

Calculando un equivalente de acuerdo al número de piezas por armar que son 9 en total, se obtiene los siguientes resultados detallados en la Tabla 25.

**Tabla 25.** Umbrales equivalentes para una figura semicompleja de 9 partes. Fuente: Elaboración propia.

Descripción	Puntaje/9	Porcentaje	Normalizados
Severo	0-3.74	41.66 %	[-3]
Moderado	3.75- 6	25%	[-2.5,-1.5]

Normal	6-9	33.34%	[-1,0.5]
--------	-----	--------	----------

## 2.5 Definir criterios de evaluación del juego serio

A continuación, se muestra el rigor de cada uno de los atributos de calidad (ver Tabla 26), para definir el rigor de cada atributo se hizo uso del método MoSCoW (para más información ver Apéndice F).

**Tabla 26.** Lista de atributos y rigor para la evaluación del juego serio "álbum de los recuerdos".  
Fuente: Elaboración propia.

	Rompecabezas									
Atributo de calidad	Reconstruir imagen	Encabezado	Botón "Ayuda"	Tiempo	Imágenes que deben ser ordenadas	Sección para colocar imágenes	Botón "Continuar"	Fondo	Sección "Lo logaste"	Parado
Diseño de la interfaz	M	W	M	M	M	M	M	W	S	
Legibilidad	M	M	M	M	M	M	M	W	S	
Simplicidad de la interfaz	M	W	M	S	M	M	M	S	S	
Apariencia realista	M	W	M	M	M	M	M	W	S	
Apariencia estética	M	S	M	M	M	M	M	M	M	
Descripción de las funciones	M	-	M	S	M	M	M	-	-	
Demostración del funcionamiento	-	-	S	-	M	M	S	-	-	
Reglas claras	M	-	-	M	M	M	-	-	-	

Mecánica del juego serio	M	-	-	M	M	M	-	-	-	
Navegabilidad entre funciones disponibles	-	-	M	-	M	M	M	-	-	
Comprensibilidad terminológica	M	W	M	M	M	M	M	-	S	
Ayuda	-	-	-	-	M	M	-	-	-	
Mensaje de retroalimentación	-	-	-	-	M	M	-	-	S	
Mensajes de error	-	-	-	-	M	M	M	-	-	
Restricción de tiempo	M	-	-	M	-	-	-	-	S	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad cognitiva	M	W	M	M	M	M	M	W	M	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad física	M	W	M	M	M	M	M	W	M	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva	M	W	M	M	M	M	M	W	M	

Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	M	W	M	M	M	M	M	W	M	
Entorno de Hardware	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M
Entorno de software	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M
Entorno operacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M

## Etapa 3. Diseño de la evaluación

### 3.1 Definir las restricciones de la evaluación del juego serio

- **Con respecto a validación:**
  - Acceso a una población de adultos mayores significativa, por motivos de restricciones por pandemia.
  - Colaboración por parte del adulto mayor en medida de lo posible.
  - Dimensiones de pantalla.
- **Con respecto a verificación:**
  - Falta de recursos en hardware para evaluaciones masivas.

### 3.2 Diseñar el plan de verificación

- Realizar un entrenamiento acerca del funcionamiento del juego serio.
- Evaluación de los componentes en un entorno de dispositivos de escritorio.
- Valores a considerar para la evaluación, si no se indica el valor de un atributo de calidad en la Tabla 27, utilizar directamente la métrica.
- Cada atributo de calidad debe tener un valor de métrica mínimo de 0.8 para ser aprobado.
- Considerar los siguientes criterios detallados en la Tabla 27 para evaluar cada atributo de calidad.

**Tabla 27.** Criterios para la evaluación de atributos de calidad. Fuente: Elaboración propia.

Atributo de calidad	A considerar:
Diseño de la interfaz (DIE)	<p>Espacio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIE-1: Mecanismos de navegación que se repiten en múltiples páginas y que aparecen siempre en el mismo lugar.</li> <li>• DIE-2: Alcanzabilidad a todos los componentes sea la adecuada.</li> </ul> <p>*DIE-1 se debe evaluar por cada interfaz de forma general.</p>
	<p>Color:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIC-1: Radio de contraste mínimo de 4.5:1</li> <li>• DIE-2: Uso de colores naturales, no uso de colores que produzcan daltonismo, ejemplo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verde</li> <li>○ Rojo</li> <li>○ Amarillo</li> </ul> </li> <li>• DIC-3: Se requiere que el color no se utilice como el único medio visual de transmitir información, indicar una acción, provocar una respuesta o distinguir un elemento visual.</li> </ul>
	<p>Texto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIT-1: Uso del mismo estilo de texto para todos los componentes.</li> <li>• DIT-2: Uso del mismo tipo de texto para todos los componentes.</li> </ul>
Legibilidad (LET)	<p>Texto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LET-1: De acuerdo al idioma primario del adulto mayor.</li> <li>• LET-2: Proporcionar definiciones para palabras no comunes, frases, modismos y abreviaturas usuales.</li> <li>• LET-3: Utilizar el lenguaje más claro y simple posible, o proporcionar versiones simplificadas.</li> </ul>
	<p>Color:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LEC-1: Las combinaciones predeterminadas de color de primer plano y fondo proporcionan suficiente contraste.</li> </ul>
	<p>Fuente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LEF-1: Tamaño mínimo de 16 pixeles.</li> <li>• LEF-2: Preferible que el tamaño sea modificable.</li> </ul>
Simplicidad de la interfaz (SI)	SI-1: Diseño de iconos sencillos y significativos.
Apariencia realista (AR)	AR-1: Los iconos representan correctamente su funcionalidad.
Apariencia estética (AE)	AE-1: Las fuentes, iconos o botones visibles y claros.

	AE-2: Los colores, texturas y gráficos están diseñados de manera adecuada y sobresaliente.
Descripción de las funciones (DESF)	DESF-1: Proporcionar comentarios claros y apropiados para indicar los cambios que causan las funciones.
Demostración del funcionamiento (DEMF)	DEMF-1: El demo abarca todas las funcionalidades y forma de uso de cada componente.
Reglas claras (RC)	RC-1: las reglas del juego establecen que las acciones están permitidas.
Mecánica del juego serio (MJS)	MJS-1: Pistas en el juego: Ayuda para que el usuario pueda avanzar. MJS-2: Niveles del juego: Al subir de nivel aumenta la complejidad del juego.
Navegabilidad entre funciones disponibles (NFD)	NFD-1: Funciones disponibles en cada interfaz.
Comprensibilidad terminológica (CT)	CT-1: Los términos usados son familiares y comprensibles para el usuario.
Ayuda (AYA)	AYA-1: Ayuda contextual para funcionalidades e interacciones más complejas.
Mensaje de retroalimentación (MR)	Existen: <ul style="list-style-type: none"> <li>MR-1: Instrucciones descriptivas sobre las acciones del usuario.</li> </ul>
Mensajes de error (ME)	Los mensajes contienen: <ul style="list-style-type: none"> <li>ME-1: Sugerencias de corrección.</li> <li>ME-2: Explicación clara de por qué sucedió el error.</li> </ul>
Restricción de tiempo (RT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>RT-1: Tiempo límite máximo de 5 minutos para completar el rompecabezas.</li> <li>RT-2: Los usuarios tienen tiempo suficiente para leer y utilizar el contenido.</li> </ul>
Accesibilidad para usuarios con discapacidad cognitiva (AUDC)	AUDC-1: Los usuarios tienen diferentes formas de navegar por la aplicación, como menú jerárquico y búsqueda, entre otros.
Accesibilidad para usuarios con discapacidad física (AUDF)	AUDF-1: Los usuarios pueden utilizar diferentes modalidades de entrada además del teclado y mouse, ejemplo. Reconocimiento de voz.
Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva (AUDA)	AUDA-1: Transcripciones textuales y subtítulos para contenido de audio.
Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual (AUDV)	AUDV-1: Audio descripciones de los elementos o mensajes.
Entorno de Hardware	Utilizar la métrica directamente.
Entorno de software	Utilizar la métrica directamente.
Entorno operacional	Utilizar la métrica directamente.

## 3.3 Diseñar el plan de validación

- Crear un ambiente para que el adulto mayor se sienta seguro, calmado y en su zona de confort.
- De ser necesario, una persona de confianza del adulto mayor debe estar presente para asistencia.
- Para el caso de computadores, con un tamaño de pantalla mínimo de 12,9 pulgadas.
- Para la validación relacionada a la satisfacción en uso del juego serio:
  - Tarea a realizar: Seleccionar la imagen de la catedral de Cuenca y completar el rompecabezas.
  - El evaluador registra cada acción realizada por el adulto mayor dentro del juego y cada consulta que este haga fuera del juego.
- Para la validación relacionada a la función cognitiva de memoria:
  - Usar el test Neuropsi, para funciones de evocación: Memoria visoespacial:
    - Se registra la evocación al completar el rompecabezas.
      - Calificación sugerida:
        - 1 punto por parte del rompecabezas colocada correctamente.
        - - (1/número de partes del rompecabezas) por cada intento erróneo.
      - La máxima puntuación posible será igual al número de partes del rompecabezas.

## Etapa 4. Ejecución de la evaluación

### 4.1 Ejecución del plan de verificación

- 1) Seleccionar el componente del juego serio.
- 2) Evaluación del componente del juego serio.
- 3) Análisis de los pre-resultados de la evaluación del componente.
- 4) Almacenar los resultados de la evaluación al componente del juego serio.

El desarrollo de todos los pasos indicados anteriormente está detallado en la siguiente tabla (Tabla 28):

**Tabla 28.** Resultados obtenidos de la ejecución del plan de verificación. Fuente: Elaboración propia.

Atributo de calidad		Selección de imagen									
		Recordar imagen	Encabezado	Botón "Ayuda"	Tiempo	Imágenes que deben ser ordenadas	Sección para colocar imágenes	Botón "Continuar"	Fondo	Sección "Logra ste"	General
Diseño de la interfaz	DIE -1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DIE -2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	DIC -1	<input checked="" type="checkbox"/>	x	x	<input checked="" type="checkbox"/>	--	x	x	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
	DIC -2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	DIC -3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
	DIT -1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
	DIT -2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
Legibilidad	LET -1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
	LET -2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
	LET -3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
	LEC-1	7 <input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>					

	LEF-1	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>					
	LEF-2	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>					
Simplicidad de la interfaz	SI-1:	<input checked="" type="checkbox"/>									
Apariencia realista	AR-1	<input checked="" type="checkbox"/>									
Apariencia estética	AE-1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	x	<input checked="" type="checkbox"/>	x	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Descripción de las funciones	DESF-1	--	--	x	x	x	x	x	--	x	
Demostración del funcionamiento	DEMF-1	--	--	x	x	x	x	x	--	x	
Reglas claras	RC-1	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>					
Mecánica del juego serio	MJS-1	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>					
Navegabilidad entre funciones disponibles	NFD-1	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>					
Comprensibilidad terminológica	CT-1	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>							
Ayuda	AYA-1	--	--	x	x	x	x	x	--	x	<input checked="" type="checkbox"/>

Mensaje de retroalimentación	MR-1	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>
Mensajes de error	ME-1	--	--	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	
	ME-2	--	--	--	--	--	x	--	--	--	
Restricción de tiempo	RT-1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	x
	RT-2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>
Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva	AUDA-1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	AUDV-1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Entorno de Hardware											<input checked="" type="checkbox"/>
Entorno de software											<input checked="" type="checkbox"/>
Entorno operacional											<input checked="" type="checkbox"/>

## 4.2 Ejecución del plan de validación:

### 4.2.1 Preparación para la evaluación con usuarios

En esta tarea, el evaluador le da una introducción al usuario sobre el juego serio y los componentes de hardware que van a ser utilizados. El perfil del usuario se detalla en el Figura A1.

### 4.2.2 Evaluación con usuarios

Se realiza la evaluación siguiendo el plan de validación especificado en la etapa anterior.

### 4.3 Análisis de los pre-resultados de la evaluación con usuarios

- Resultados de la evaluación hecha por ingenieros de software a usuarios finales (Tabla 29): En esta se obtiene que el juego cumple con todos los atributos de calidad en uso mencionados en la Tabla 23.

**Tabla 29.** Pre-resultados de la evaluación de calidad en uso. Fuente: Elaboración propia.

	rompecabezas
<b>Atributo de calidad</b>	
Tiempo de respuesta	<input checked="" type="checkbox"/>
Función de ayuda	<input checked="" type="checkbox"/>
Experiencia del jugador	<input checked="" type="checkbox"/>
Inmersión	<input checked="" type="checkbox"/>
Equilibrio del juego	<input checked="" type="checkbox"/>
Escenarios del juego	<input checked="" type="checkbox"/>
Dinamismo del juego	<input checked="" type="checkbox"/>
Diseño de los componentes de usuario	<input checked="" type="checkbox"/>
Formato del texto	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso discrecional de funciones	<input checked="" type="checkbox"/>

- Resultados obtenidos de la evaluación del neuropsicólogo dirigida hacia los usuarios finales: Como se indicó anteriormente, el neuropsicólogo debe realizar inicialmente

una evaluación con la platilla Neuropsi, los resultados obtenidos están detallados en la Tabla 30, una vez obtenidos, se procede a realizar la evolución con la plantilla Neuropsi, modificada y adaptada para ser aplicada en el juego serio “álbum de los recuerdos”, los resultados de esta última, están detallados en la Tabla 31.

**Tabla 30.** Resultados obtenidos de la aplicación del Neuropsi. Fuente: Elaboración propia.

	<b>Correcto</b>	<b>Parcialmente</b>	<b>Total</b>	<b>Total, normalizado</b>
<b>Imágenes</b>	6	5		
<b>Puntuación</b>	6	2.5	8.5/12	[-1, 0.5]

**Tabla 31.** Resultados obtenidos de la aplicación del Neuropsi adaptada para el juego serio "álbum de los recuerdos". Fuente: Elaboración propia.

	<b>Orden correcto</b>	<b>Orden incorrecto</b>	<b>Total</b>	<b>Total, normalizado</b>
<b>Imágenes</b>	6	5		
<b>Puntuación</b>	6	0.55	5.45/9	[-2.5,-1.5]

## **Etapas 5. Conclusión de la evaluación.**

### **5.1 Revisar los resultados de la evaluación**

Por un lado, el juego serio “Álbum de los recuerdos” desde un punto de vista de software, teniendo los resultados de la evaluación en la Tabla 32, no cumple y en algunos casos cumple parcialmente con los siguientes requisitos de calidad especificados en la Etapa 1:

- El sistema presenta una interfaz de usuario sencilla para que sea de fácil manejo a los usuarios del sistema.
- La interfaz del usuario debe de presentar un sistema de ayuda para que los mismos usuarios del sistema se les faciliten el trabajo en cuanto al manejo del sistema.
- El sistema debe tener una interfaz de usuario teniendo en cuenta los criterios de accesibilidad necesaria para un adulto mayor con problemas de visión y auditivos.
- La interacción juego-usuario (mediante mensajes, entre otros), debe ser clara y concisa, detallado de manera correcta lo que se debe realizar en el juego y como se lo debe hacer.

**Tabla 32.** Resultados de la evaluación de calidad de producto para el juego serio "álbum de los recuerdos". Fuente: Elaboración propia.

Atributo de calidad		Cumple	Total	Valor de la métrica	Aprobado
Diseño de la interfaz	DIE-1	0	0	0	NO
	DIE-2	9	9	1	SI
	DIC-1	3	7	0.42	NO
	DIC-2	9	9	1	SI
	DIC-3	8	8	1	SI
	DIT-1	6	6	1	SI
	DIT-2	6	6	1	SI
Legibilidad	LET-1	6	6	1	SI
	LET-2	6	6	1	SI
	LET-3	6	6	1	SI
	LEC-1	6	6	1	SI
	LEF-1	6	6	1	SI
	LEF-2	6	6	1	SI
Simplicidad de la interfaz	SI-1:	9	9	1	SI
Apariencia realista	AR-1	9	9	1	SI
Apariencia estética	AE-1	7	9	0.77	NO
Descripción de las funciones	DESF-1	0	6	0	NO

Demostración del funcionamiento	DEMF-1	0	6	0	NO
Reglas claras	RC-1	6	6	1	SI
Mecánica del juego serio	MJS-1	6	6	1	SI
Navegabilidad entre funciones disponibles	NFD-1	6	6	1	SI
Comprensibilidad terminológica	CT-1	8	8	1	SI
Ayuda	AYA-1	1	7	0.14	NO
Mensaje de retroalimentación	MR-1	3	3	1	SI
Mensajes de error	ME-1	1	1	1	SI
	ME-2	0	1	0	NO
Restricción de tiempo	RT-1	0	1	0	NO
	RT-2	1	1	1	SI
Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva	AUDA-1	0	9	0	NO
Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	AUDV-1	0	9	0	NO
Entorno de Hardware		1	1	1	SI
Entorno de software		1	1	1	SI
Entorno operacional		1	1	1	SI

Por otro lado, con un enfoque orientado hacia el usuario, relacionado a la usabilidad, se obtuvieron resultados satisfactorios. Mientras que, relacionado a la función cognitiva de atención y memoria, en la primera evaluación el usuario o paciente utilizando únicamente las plantillas Neuropsi, obtuvo un resultado de 8.5 categorizado como normal de acuerdo a Neuropsi. Luego con la evaluación realizada al juego serio, su calificación bajó a 5.45, bajando de categoría a moderado.

## 5.2 Análisis de resultados

El software del juego serio debe mejorar en las siguientes características:

# UCUENCA

- Descripción de sus funcionalidades.
- Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual.
- Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva.
- Relación de contraste entre los componentes.
- Ayuda al usuario.
- Demo para indicar la funcionalidad total del juego.

Con respecto a la estimulación de las funciones cognitivas de atención y memoria, como se observó en la evaluación previa, el adulto mayor estuvo categorizado como normal (calificación 8.5), mientras que bajo a moderado (calificación 5.45) después de usar el juego serio. Al tener falencias en varios atributos de calidad indispensables en el juego, después de ser corregidos se deberá realizar nuevamente la evolución de las funciones de atención y memoria.

## CAPÍTULO 7: VALIDACIÓN DEL MÉTODO

En el presente capítulo se detalla la evaluación del método SG-QUAM mediante la aplicación de un cuasiexperimento. Este permite determinar la eficiencia, efectividad y la aceptación del método con respecto a la facilidad de uso percibida, la utilidad percibida y la intención de uso futuro. Este capítulo se divide en las siguientes secciones. i) Contextualización, ii) Modelos teóricos de evaluación de ingeniería de software, iii) Cuasiexperimento dirigido a ingenieros de software, iv) Empaquetado y presentación de los resultados, y v) Amenazas a la validez.

### 7.1 Contextualización

Debido al alto impacto que tiene la percepción del usuario sobre un nuevo método es necesario buscar una forma para evaluarlos y validarlos. Por un lado, se tiene el modelo Technology Acceptance Model (TAM), propuesto por Davis (1986), el cual se utiliza para validar y analizar la utilidad percibida, facilidad de uso percibida y la intención de uso por parte de los participantes. Por otro lado, está el modelo Method Evaluation Model (MEM), utilizado para medir el rendimiento actual y la posible adopción de un método en el futuro. En este capítulo se da una descripción de los métodos mencionados anteriormente.

### 7.2 Modelos teóricos de evaluación de ingeniería de software

Para realizar la evaluación del método propuesto en este trabajo de titulación se tienen dos posibles modelos, el modelo de aceptación de tecnologías (TAM) para evaluar el grado de aceptación de los usuarios; y el modelo de evaluación de métodos (MEM) para evaluar el nivel de aceptación de tecnologías empleando TAM.

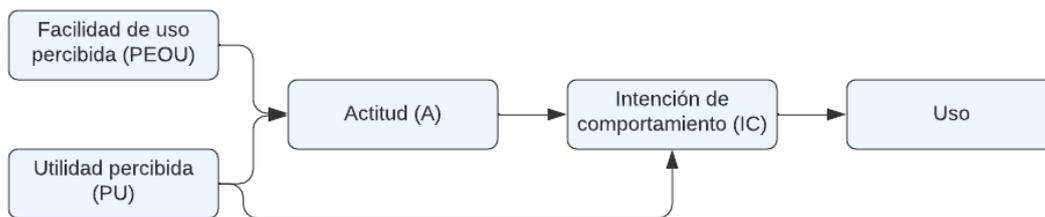
#### 7.2.1. Modelo de aceptación de tecnología (TAM)

El modelo TAM fue propuesto por Davis (1989) y es uno de los más utilizados para predecir y explicar el comportamiento en el uso de la tecnología. Este modelo es una adaptación de la teoría Theory of Reasoned Action (TRA) propuesta por Fishbein et al. (1975). TAM es menos general que la teoría TRA debido a que está diseñado exclusivamente para el comportamiento en el uso del computador.

TAM utiliza dos creencias de adaptadores potenciales, la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida en la tecnología, como los principales determinantes de las actitudes hacia una nueva tecnología. El modelo se puede ver en la Figura 16.

El significado de cada constructor de TAM es:

- Facilidad de uso percibida (PEOU): el grado en el cual los usuarios esperan que el sistema sea libre de esfuerzo.
- Utilidad percibida (PU): la probabilidad subjetiva del usuario de que utilizando una aplicación específica podría incrementar su rendimiento laboral en un contexto organizacional.
- Actitud (A): el deseo del usuario para usar el sistema. Tanto PU como PEOU predicen la actitud hacia usar el sistema.
- Intención de comportamiento (IC): la medida de la resistencia a ejecutar un comportamiento específico. A y PU influyen al individuo de IC a usar el sistema.
- Uso: el uso del sistema, el cual es predicho por intención de comportamiento (IC).



**Figura 16.** Modelo de aceptación tecnológica, TAM. Fuente: (Davis, 1989).

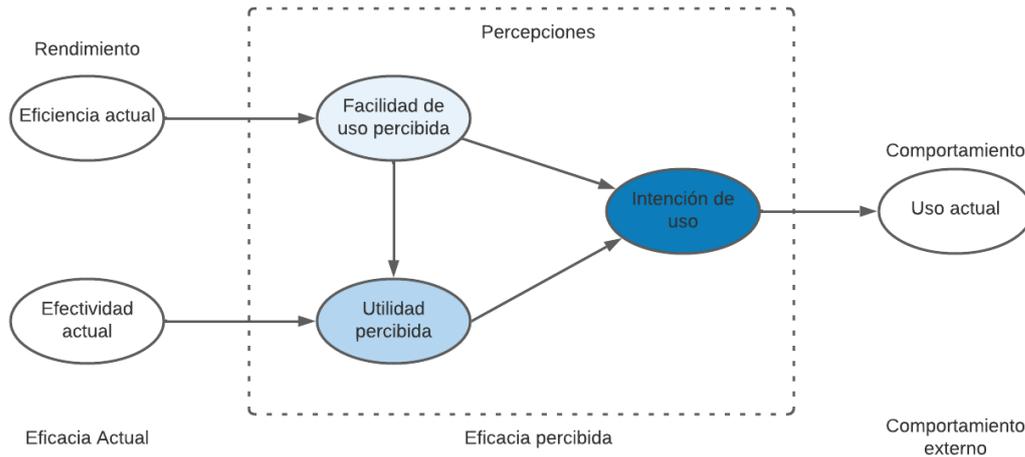
## 7.2.2. Modelo de evaluación de métodos (MEM)

El modelo MEM propone que un método en la práctica depende no solamente de si este es efectivo, sino también si los usuarios perciben el método efectivo (éxito percibido). En la Figura 17 se puede ver el modelo MEM donde se muestran los constructores y las relaciones causales entre estos.

## 7.3 Cuasiexperimento dirigido a ingenieros de software

Ohlin et al. (2012) define a un cuasiexperimento como una investigación empírica, donde la selección de los sujetos de prueba no es basada en la aleatoriedad, pero sí en las características de los usuarios y objetos.

Para la ejecución del cuasiexperimento, se ha adaptado MEM, que establece las base para realizar el rendimiento y las percepciones de los usuarios sobre la forma y proceso de evaluación aplicado. A continuación, se presenta la adaptación a MEM.



**Figura 17.** Modelo de evaluación de métodos (MEM). Fuente: (Davis, 1989).

### 7.3.1. Adaptando MEM

Para adaptar MEM, se debe partir definiendo los objetivos específicos en el dominio de la evaluación de la calidad de juegos serios centrados en las funciones cognitivas de atención y memoria. Estos objetivos son:

Este cuasiexperimento se centra en la segunda etapa del método, la cual consiste en la especificación de la calidad, véase la Figura 12. Se busca evaluar el rendimiento y percepciones del usuario al aplicar dicha evaluación. Para cumplir con este proceso se requiere:

- Medir la cantidad de esfuerzo requerido al aplicar el método y la calidad de los resultados.
- La eficiencia actual puede ser medido como el tiempo utilizado para ejecutar alguna actividad.
- La efectividad actual, se refiere a la calidad que el método presenta, la cual se mide mediante la capacidad del usuario para ejecutar una actividad y comprobar que esta se realizó exitosamente o no.

La eficiencia actual y la efectividad se definen de la siguiente forma:

- Eficiencia actual: tiempo requerido al momento de ejecutar una tarea.

$$Eficiencia\ actual = \sum_{i=1}^n (Tiempo\ en\ que\ le\ toma\ al\ usuario\ completar\ una\ tarea)$$

- Efectividad actual: relación entre el número de tareas realizadas correctamente y el total de tareas.

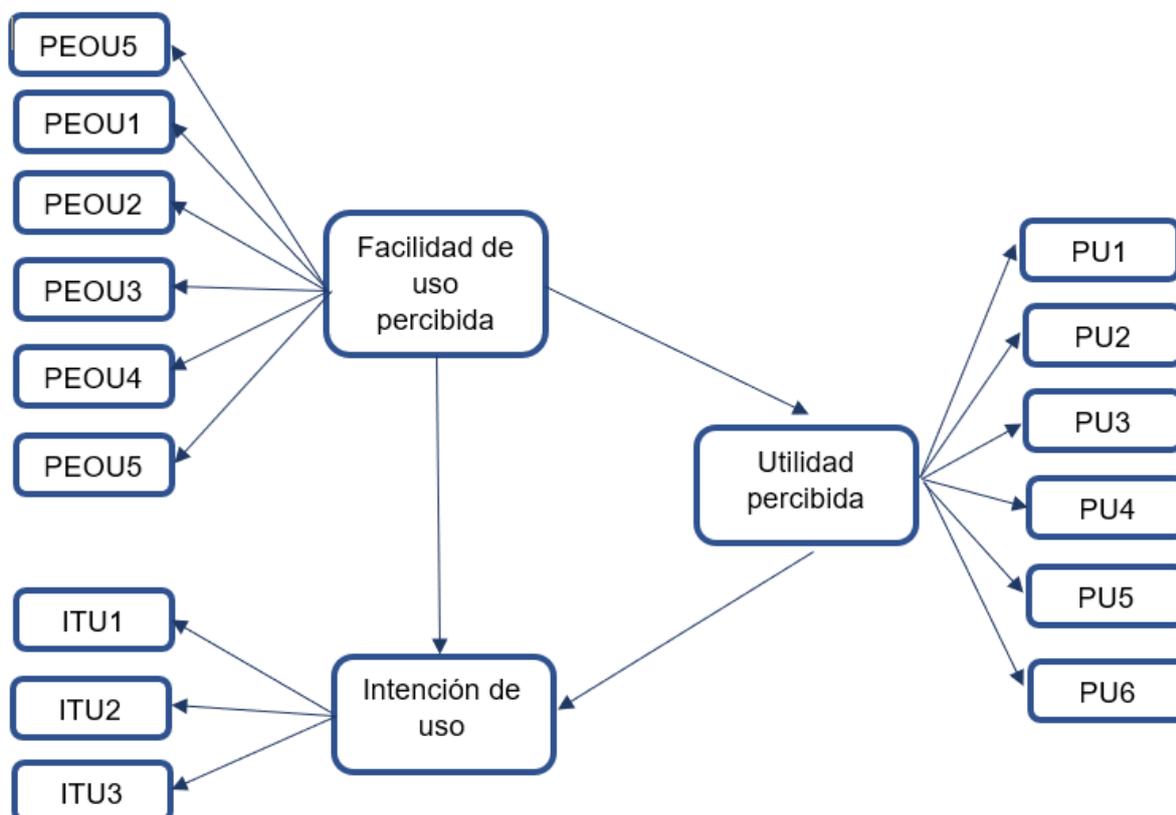
$$Eficiencia\ actual = \frac{\sum_{i=1}^n (Tarea_i\ realizada\ correctamente)}{n}$$

Para realizar la evaluación, se plantean algunas preguntas con el objetivo de medir los tres constructos de percepción e intención, estos son: facilidad de uso percibida (PEOU), utilidad percibida (PU) e intención de uso (ITU). En la Tabla 33 se presentan las preguntas del cuestionario aplicado al cuasiexperimento, además en la Figura 18 se puede ver la relación de estas preguntas con los tres constructos.

**Tabla 33.** Cuestionario para medir las variables de percepción. Fuente: Elaboración propia.

Pregunta	Declaración positiva
PEOU1	El método SG-QUAM en la fase de especificación de la evaluación me ha parecido simple y fácil de seguir.
PEOU2	De manera general, el método en la fase de especificación de la evaluación es fácil de entender.
PEOU3	Los pasos a seguir en la fase de especificación de la evaluación son claros y fáciles de entender.
PEOU4	Las tareas de la fase de especificación del método de evaluación son fáciles de aprender.
PEOU5	Pienso que sería fácil usar la fase de especificación para evaluar un juego serio en el método planteado.
PU1	Creo que la fase de especificación de la evaluación reduciría el tiempo y el esfuerzo requerido en la evaluación de juegos serios.
PU2	De manera general, considero que la fase de especificación del método de evaluación es útil.
PU3	Creo que las tareas de la fase de especificación de la evaluación de juegos serios son útiles para la evaluación de juegos serios.

<b>PU4</b>	Pienso que la fase de especificación del método es lo suficientemente expresiva para definir cómo debería ser ejecutada.
<b>PU5</b>	El uso de este método podría mejorar mi rendimiento al realizar la especificación de la evaluación de un juego serio.
<b>PU6</b>	De manera general, pienso que la fase de especificación del método SG-QUAM permite evaluar un juego serio de manera adecuada.
<b>ITU1</b>	Si tuviera que utilizar un método para la especificación de evaluación de juegos serios en el futuro, creo que tendría en cuenta este método.
<b>ITU2</b>	En caso de necesitar realizar una especificación para evaluar un juego serio, tendría la intención de utilizar este método en el futuro.
<b>ITU3</b>	Recomendaría el uso de este método en su fase de especificación para evaluar un juego serio.



**Figura 18.** Modelo de aceptación tecnológica, TAM. Fuente: (Davis, 1989).

## 7.3.2. Definición del alcance

Considerando el paradigma Goal-Question-Metric (GQM) propuesto por Basili (1992), el objetivo del cuasiexperimento es definido al tener en cuenta los parámetros presentados en la Tabla 34.

**Tabla 34.** Objetivo del cuasiexperimento. Fuente: Elaboración propia.

<b>Analizar</b>	El método SG-QUAM.
<b>Con el propósito de</b>	Evaluar la etapa de especificación de la evaluación del método propuesto.
<b>Con respecto a</b>	Facilidad de uso percibida, utilidad percibida y la intención de uso percibida.
<b>Desde el punto de vista de</b>	Investigadores.
<b>En el contexto de</b>	Ingenieros de software y estudiantes de sistemas del último año de la carrera de ciencias de la computación de la Universidad de Cuenca.

Teniendo en cuenta lo presentado en la Tabla 34, se plantea las siguientes preguntas de investigación:

- **RQ1:** ¿El método de evaluación de la calidad de los juegos serios se percibe como fácil de usar y útil? Si es así, ¿las percepciones de los usuarios son el resultado de su desempeño al utilizar el método de evaluación?
- **RQ2:** ¿Existe la intención de utilizar el método SG-QUAM en el futuro? Si es así, ¿las intenciones de uso son el resultado de las percepciones de los participantes?

Basándose en las preguntas de investigación se establece una serie de hipótesis para analizar la posibilidad de que el método en su etapa de especificación de la evaluación sea aceptado en la práctica.

- $H1_0$ : El método SG-QUAM en la fase de especificación de la evaluación se percibe como difícil de usar,  $H1_0 = \neg H1_1$ .
- $H2_0$ : El método SG-QUAM en la fase de especificación de la evaluación no se percibe como útil,  $H2_0 = \neg H2_1$ .

- H3<sub>0</sub>: No hay intención de utilizar SG-QUAM en el futuro, H3<sub>0</sub>=¬H3<sub>1</sub>.
- H4<sub>0</sub>: La facilidad de uso percibida no se puede determinar por la eficiencia actúa, H4<sub>0</sub>=¬H4<sub>1</sub>.
- H5<sub>0</sub>: La percepción de utilidad no está determinada por la efectividad actual, H5<sub>0</sub>=¬H5<sub>1</sub>.
- H6<sub>0</sub>: La utilidad percibida no está determinada por la facilidad de uso percibida, H6<sub>0</sub>=¬H6<sub>1</sub>.
- H7<sub>0</sub>: La intención de uso no está determinada por la facilidad de uso percibida, H7<sub>0</sub>=¬H7<sub>1</sub>.
- H8<sub>0</sub>: La intención de uso no está determinada por la utilidad percibida, H8<sub>0</sub>=¬H8<sub>1</sub>.

Al probar las hipótesis, las preguntas de investigación pueden ser evaluadas para poder brindar sus respuestas correspondientes. Para responder a la pregunta RQ1 se han planteado las hipótesis H1, H2, H4 Y H5; y para responder a la pregunta RQ2 por las hipótesis H3, H6, H7 Y H8.

### 7.3.3. Planificación del cuasiexperimento

#### Selección del contexto

El contexto está determinado por la etapa del método que será evaluada, el juego serio a evaluar y la selección de los participantes.

De las cinco etapas que conforman el método de evaluación de la calidad de juegos serios, se ha seleccionado la segunda etapa que consiste en la definición de la evaluación debido a que es de suma importancia para el desarrollo de la evaluación ya que se seleccionan las características que se deben evaluar de acuerdo a las especificaciones del juego serio.

Esta etapa incluye las siguientes tareas: i) seleccionar los elementos para la evaluación del juego serio, ii) Seleccionar los componentes de hardware para la evaluación del juego serio, iii) Seleccionar los atributos de calidad para los componentes, iv) Definir umbrales para funciones cognitivas de atención y memoria, v) Definir criterios de evaluación del juego serio. De estas etapas se ha decidido no evaluar la cuarta debido a que aquí interviene el neuropsicólogo, lo que significa que el encuestado necesitaría tener conocimientos avanzados en el área.

Para seleccionar los elementos a evaluar y los atributos de calidad correspondientes a estos, los participantes se deberán guiar en el modelo de calidad presentado en el capítulo 5, donde

se incluyen las características, sub-características, atributos de calidad y métricas necesarias para el desarrollo de las actividades planteadas.

Se evaluará un juego de pares que consiste en recordar la posición de ciertas imágenes, que se ocultarán después de un determinado tiempo, con el propósito de encontrar parejas. Este juego serio está orientado a la mejora de la atención y memoria del adulto mayor, y formar parte de los juegos desarrollados por el grupo de investigación GIIT (Grupo de Innovación e Investigación Tecnológica).

## Tareas experimentales

El cuasiexperimento consiste en 4 pasos, cada uno correspondiente a una actividad a ser evaluada de la etapa de especificación de la evaluación del método de calidad de juegos serios.

*Paso 1:* El primer paso consiste en seleccionar los elementos del juego a ser evaluados, para esto se debe tener en cuenta la descripción del juego donde se indican los elementos que componen el juego y la importancia que tiene cada uno.

*Paso 2:* El segundo paso consiste en seleccionar los componentes de hardware que serán necesarios para realizar la evaluación. Estos componentes dependerán de las necesidades que presente el juego.

*Paso 3:* El tercer paso se divide en dos tareas, por un lado, se deben seleccionar los atributos de calidad del producto que se deben evaluar dependiendo de los requisitos de calidad definidos en la anterior etapa. Por otro lado, se debe realizar lo mismo para los atributos de calidad en uso. En este paso es esencial el uso de un modelo de calidad de juegos serios, para este cuasiexperimento se utiliza el propuesto en esta tesis.

*Paso 4:* En el último paso se definen los criterios de evaluación del juego serio. Para esto se debe colocar el rigor de los atributos de calidad en relación a los elementos del juego. Para definir el rigor se debe utilizar el método de MoSCoW donde se tienen en cuenta cuatro categorías: i) Debe tener (M), II) Debería tener (S), ii) Podría tener (C), iv) No tendrá esta vez (W).

## Variables

En la Tabla 35 se presentan las variables independientes usadas para evaluar el método SG-QUAM.

**Tabla 35.** Variables independientes basadas en la percepción. Fuente: Elaboración propia.

Variable	Descripción
----------	-------------

Facilidad de uso percibida (PEOU)	El grado en el cual los participantes creen que al aprender y usar el método SG-QUAM estarán libres de esfuerzo.
Utilidad percibida (PU)	El grado en el cual los participantes creen que usando SG-QUAM se incrementará su rendimiento.
Intención de uso (ITU)	El grado en el cual los participantes piensan usar SG-QUAM de necesitar un método de evaluación de calidad de juegos serios orientados a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria. Esto representará un juicio de la eficacia del método y puede ser utilizado para predecir la aceptación del método en la práctica.

Estas variables se miden usando un cuestionario con un conjunto de 14 preguntas cerradas, de las cuales 5 se utilizarán para PEOU, 6 serán utilizadas para PU y tres para ITU. Las preguntas cerradas fueron formuladas utilizando una escala de Likert de 5 puntos donde 1 significaba que estaban en desacuerdo con la declaración positiva, y 5 significa que están totalmente de acuerdo con la declaración positiva de la pregunta. El valor agregado para cada variable subjetiva fue calculado como la media aritmética de las respuestas a las preguntas asociadas con cada variable dependiente subjetiva.

En la Tabla 36 se muestran las variables basadas en el rendimiento de interés y la función de medición usada para determinar sus valores.

**Tabla 36.** Descripción de las variables basadas en el rendimiento. Fuente: (Cedillo Orellana, 2017).

Variable	Descripción
Efectividad	$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Tarea}_i \text{ ejecutada correctamente}}{n}$
Eficiencia	$\sum_{i=1}^n \text{Tiempo ejecutando la tarea}_i$

Como se mencionó anteriormente, el cuasiexperimento está conformado por 4 pasos, estos no son calificados de la misma manera ya que el peso de cada paso depende de la dificultad del mismo. La dificultad de los pasos de mayor a menos siguen el siguiente orden: paso 4, paso 3, paso 1 y paso 2.

## Material experimental

El material experimental está conformado por un conjunto de documentos necesarios para realizar las tareas, el documento que contiene la descripción del cuasiexperimento y las tareas a ser realizadas. Por último, se tiene el cuestionario que permite medir la percepción del usuario una vez se haya realizado el cuasiexperimento.

Los documentos necesarios para realizar el cuasiexperimento son los siguientes:

1. Descripción del método SG-QUAM, en este documento se encuentra detallado como se lleva a cabo cada una de las etapas necesarias para realizar este ejercicio, además de los artefactos y guías necesarias para realizar cada una de las tareas especificadas.
2. Descripción del juego serio. Este documento contiene la estructura, funcionamiento y diseño del juego serios.
3. Método de MoSCoW, donde se describe el método MoSCoW, que es una técnica de priorización utilizada para establecer el rigor de la evaluación.
4. Modelo de calidad de producto y en uso. Este documento contiene una recopilación de las características para evaluar la usabilidad y la portabilidad de un juego serio como producto de software, así como también su calidad en uso.

Para recolectar el tiempo se pidió en el documento del cusi-experimento, colocar el tiempo de inicio y finalización de cada tarea, así como la hora de inicio del cuasiexperimento. Por otro lado, se recolectaron los datos de la encuesta mediante la herramienta de formularios de Google.

Todo el material del cuasiexperimento puede ser accedido mediante el siguiente enlace: <https://sites.google.com/ucuenca.edu.ec/sgquam/inicio>.

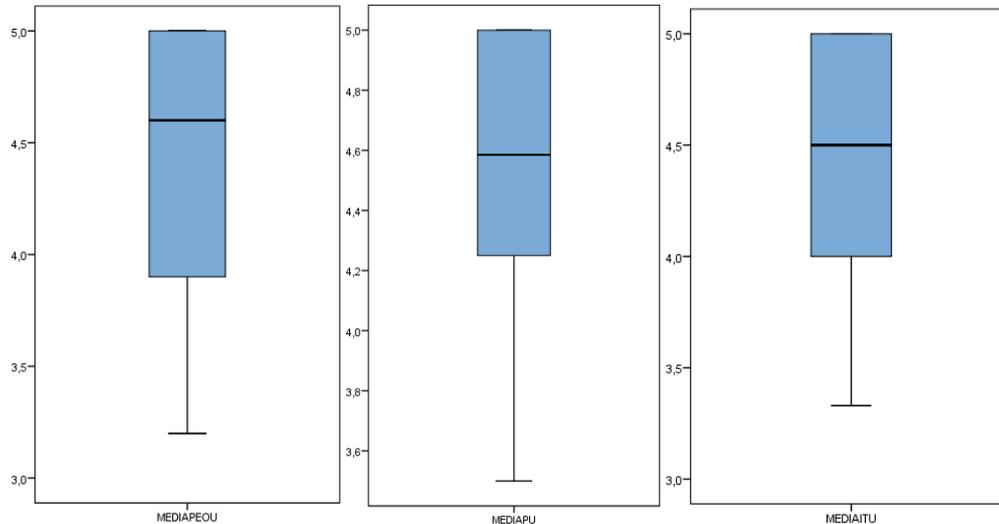
### 7.3.4. Ejecución y análisis del cuasiexperimento

Para la ejecución del cuasiexperimento se contó con la participación de 16 personas de manera virtual, que incluían a profesionales que forman parte de la Universidad de Cuenca y de la Universidad del Azuay, y estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cuenca. Se tuvo en cuenta a estudiantes ya que no existe una diferencia considerable entre profesionales y estudiantes de último año o egresados, siendo estos la próxima generación de profesionales (Basili et al., 1999; Host et al., 2000; B. A. Kitchenham et al., 2002).

El análisis de los resultados fue realizado usando pruebas estadísticas descriptivas y diagramas de cajas. Para esto se utilizó el programa IBM SPSS Statistics v20.

## Análisis de la percepción del usuario

La Figura 19 muestra los diagramas de caja para cada variable de percepción en las cuales podemos ver que la media para cada variable está por encima de los 4 puntos, es decir por encima del neutro de la escala de Likert.



**Figura 19.** Diagrama de cajas para las variables PEOU, PU e ITU. Fuente: Elaboración propia.

Estos diagramas de cajas no muestran ningún dato anómalo, por lo tanto, no ha sido necesario remover ningún participante para los análisis subsiguientes. Después se ha aplicado la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar si los datos estaban distribuidos normalmente para seleccionar el test que podría usarse para chequear las hipótesis H1, H2 Y H3.

La Tabla 37 muestra los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk para las variables estudiadas. Se han aplicado pruebas para verificar las hipótesis comparando si la media de las respuestas a las preguntas relacionadas con una variable dada, fueron significativamente más altas que el valor neutro de la escala de Likert.

**Tabla 37.** Prueba de Shapiro-Wilk. Fuente: Elaboración propia.

Var	Min	Max	Mean	Std. Dev.	Std. E.	Shapiro-Wilk test
PEOU	3	5	4.40	0.589	0.147	0.032
PU	3.5	5	4.5113	0.46898	0.11725	0.050

ITU	3.33	5	4.4581	0.56959	0.14240	0.009
-----	------	---	--------	---------	---------	-------

Las variables PEOU, PU e ITU no tiene una distribución normal, es decir, no superan el un valor de p de 0.05. Estos resultados permiten rechazar las hipótesis nulas H1, H2, y H3, lo que significa que los participantes perciben que el método SG-QUAM es fácil de usar, útil y que ellos considerarían este método en el futuro si tuvieran que evaluar un juego serio centrado en las funciones cognitivas de atención y memoria.

### Análisis del rendimiento del usuario

La Tabla 38 presenta los valores de estadística descriptiva para las variables basadas en el rendimiento. La efectividad total fue en promedio del 85.50%, lo que indica que una gran parte de los participantes fueron capaces de ejecutar los pasos de la especificación de la evaluación de juegos serios.

La eficacia ha sido calculada como el esfuerzo requerido (en minutos) para aplicar el método. Los resultados muestran que la eficiencia de los participantes fue de 7 a 21 minutos, con un promedio de 12.3125 minutos.

**Tabla 38.** Estadística descriptiva para las variables basadas en la percepción del usuario. Fuente: Elaboración propia.

Variable	Min	Max	Media	Desviación Std
Efectividad	0.64	1.00	0.8550	0.09866
Eficiencia	7.00	21.00	12.3125	4.02854

### Análisis de las relaciones causales

En esta sección se valida la parte estructural del MEM en términos de las relaciones causales entre sus constructores, con la excepción del uso actual. Para esto se ha utilizado análisis de regresión para evaluar la operacionalización del MEM realizada, ya que las hipótesis a ser probadas son relaciones causales entre variables continuas. Para realizar este análisis, se han utilizado los niveles de significancia sugeridos por Moody (2001), los cuales se muestran en la Tabla 39.

**Tabla 39.** Niveles de significancia propuestos por Moody. Fuente: (Moody, 2001).

Valor de significancia	Rango
No significativo	p>0.1

Baja significancia	p<0.1
Media significancia	p<0.05
Alta significancia	p<0.01
Muy alta significancia	p<0.001

## Eficiencia vs Facilidad de uso percibida

La hipótesis H4 ha sido probada para comprobar si las percepciones de Facilidad de Uso Percibida (PEOU) son determinadas por la Eficacia de los participantes cuando se aplica el método. Para ejecutar este análisis se ha construido un modelo de regresión simple en el cual la eficiencia fue usada como la variable independiente (predictora) y PEOU como la variable dependiente (predicha). La ecuación de regresión resultante del análisis es la siguiente:

$$PEOU = 4.097 + (0.025) * Eficiencia$$

**Tabla 40.** Regresión simple entre la eficiencia actual y la facilidad de uso percibida. Fuente: Elaboración propia.

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R2
Constante	4.097	0.497		8.238	0.000		
Eficiencia	0.025	0.039	0.169	0.640	0.532	0.169	0.028

El modelo de regresión fue encontrado no significativo, con un  $p > 0.1$ . El R2 muestra que la variable eficiencia permite explicar solamente un 2.8% de la varianza en PEOU, indicando que la eficiencia actual del participante no influencia sus percepciones de facilidad de uso. Estos resultados no permiten rechazar la hipótesis nula H4, por lo tanto se acepta su hipótesis alternativa, significando que hemos corroborado que la facilidad de uso percibida (PEOU) no está determinada por la Eficiencia.

## Efectividad vs Utilidad percibida

La hipótesis H5 ha sido probada para verificar si las percepciones de la utilidad percibida (PU) están determinadas por la efectividad de los participantes. Similarmente, se ha construido un modelo de regresión simple en el cual la efectividad fue usada como la variable independiente mientras que la PU fue usada como la variable dependiente. La ecuación obtenida desde el modelo es la siguiente:

$$PU = 5.069 + (-0.653) * Efectividad$$

**Tabla 41.** Regresión simple entre la efectividad actual y la utilidad percibida. Fuente: Elaboración propia

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R2
Constante	5.069	1.083		4.682	0.000		
Efectividad	-0.653	1.258	-0.137	-0.519	0.612	0.137	0.019

El modelo de regresión no presenta significancia con  $p > 0.1$ . El  $r^2$  muestra que la Efectividad es capaz de explicar solo un 1.9% de varianza de PU, indicando que la efectividad actual de los participantes no influencia sus percepciones de la utilidad percibida. Estos resultados no permiten rechazar la hipótesis nula  $H_5$ , por lo tanto, se acepta su hipótesis alternativa, significando que hemos corroborado que la utilidad percibida (PU) no está determinada por la Efectividad.

### Facilidad de uso percibida vs Utilidad percibida

La hipótesis  $h_6$  ha sido probada para verificar si las percepciones de la Utilidad Percibida (PU) están determinadas por la facilidad de uso percibida (PEOU). Similarmente se construyó un modelo de regresión en el cual la variable PEOU fue usada como variable independiente mientras que PU fue usada como la variable dependiente. La ecuación obtenida del modelo de regresión es:

$$PU = 2.538 + 0.448 * PEOU$$

**Tabla 42.** Regresión simple entre la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida. Fuente: Elaboración propia.

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R2
Constante	2.538	0.781		3.251	0.006		
PEOU	0.448	0.176	0.563	2.549	0.023	0.563	0.317

El modelo de regresión presenta una significancia media con  $p < 0.05$ . El  $r^2$  muestra que la eficiencia es capaz de explicar el 31.7% de varianza de PEOU, indicando que ciertas percepciones de los participantes con respecto a PEOU están determinadas por la eficiencia. Como se esperaba el coeficiente de regresión para la eficiencia fue positivo, lo que significa que a valor más alto para la eficiencia más alto el valor de PEOU. Estos resultados permiten

rechazar H6 y aceptar su hipótesis alternativa, lo que significa que empíricamente se ha probado que PEOU está determinado por la eficacia.

### Intención de uso vs Utilidad percibida

La hipótesis h7 ha sido probada para verificar si las percepciones de la ITU están actualmente determinadas por la utilidad percibida (PU) cuando se aplica el método. La ejecución de este análisis fue construida a partir de un modelo simple de regresión en el cual la variable PU fue usada como variable independiente mientras ITU fue usada como variable dependiente. La ecuación obtenida del modelo es la siguiente:

$$ITU = 0.306 + 0.920 * PU$$

**Tabla 43.** Regresión simple entre la intención de uso y la utilidad percibida. Fuente: Elaboración propia.

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R2
Constante	0.306	0.960		0.319	0.755		
PU	0.920	0.212	0.758	4.346	0.001	0.758	0.574

Mediante el modelo de regresión se encontró una alta significancia, con  $p < 0.01$  R2 muestra que la variable PU es capaz de explicar el 57.4% de la varianza en ITU, lo cual representa un alto valor dado que podrían existir otros factores que influyen la intención de los participantes de usar un método. Estos resultados permiten rechazar h7 y aceptar su hipótesis alternativa, lo que significa que se ha corroborado que ITU está determinado por PU.

### Intención de uso vs facilidad de uso percibida

La hipótesis h8 ha sido probada para verificar si la intención de uso está actualmente determinada por la facilidad de uso percibida. Similarmente, se construyó un modelo de regresión simple en el cual la variable PEOU fue usada como una variable independiente e ITU como una variable dependiente. La ecuación obtenida desde el modelo es la siguiente:

$$ITU = 1.351 + 0.706 * PEOU$$

**Tabla 44.** Regresión lineal simple entre la intención de uso y la facilidad de uso percibida. Fuente: Elaboración propia.

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R2
--------------	----------	---------	-----------	---	---------	---	----

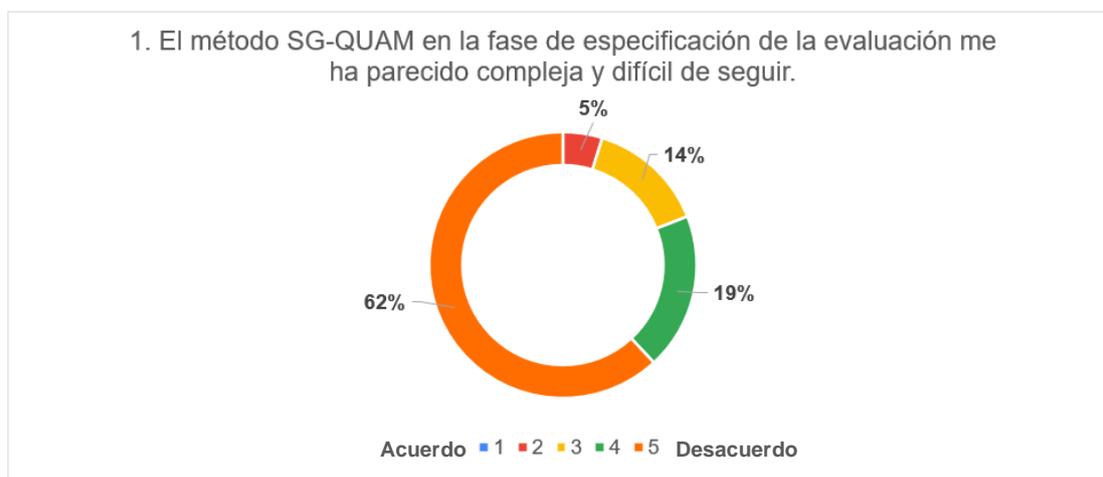
<b>Constante</b>	1.351	0.784		1.723	0.107		
<b>PEOU</b>	0.706	0.177	0.730	3.996	0.001	0.730	0.533

A través de este análisis se encontró una alta significancia, con  $p < 0.01$   $R^2$  muestra que la variable ITU es capaz de explicar el 53.3% de la varianza en PEOU, lo cual representa un alto valor dado que podrían existir otros factores que influyen la intención de los participantes de usar un método. Estos resultados permiten rechazar  $H_0$  y aceptar su hipótesis alternativa, lo que significa que se ha corroborado que ITU está determinado por PEOU.

## 7.4 Empaquetado y presentación de los resultados

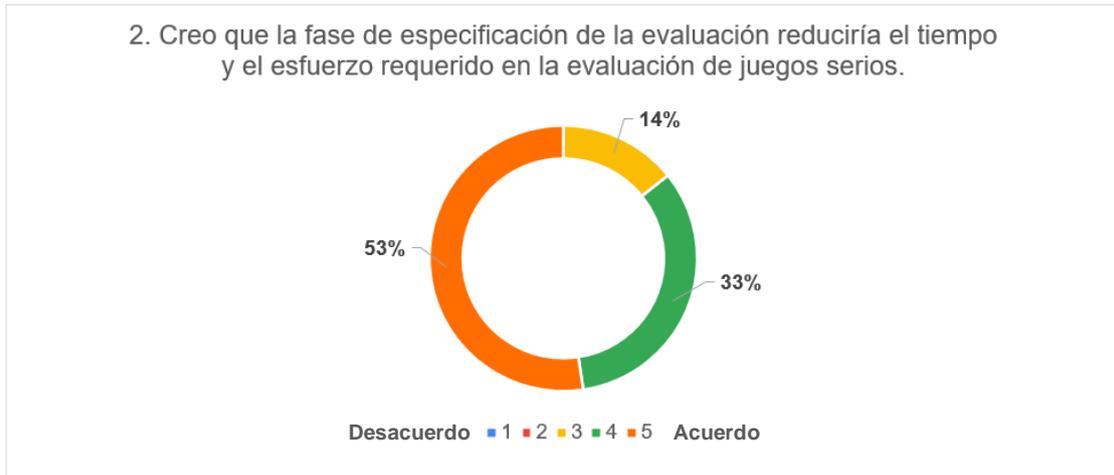
De la Figura 20 hasta la Figura 33 se representan los resultados de las preguntas de la encuesta mediante gráficos de anillo.

En la Figura 20 se pueden observar los resultados de la primera pregunta, donde el 62% de los participantes consideran que la fase evaluada del método SG-QUAM es sencilla y fácil de seguir, el 19% está en desacuerdo con la afirmación de la pregunta, el 14% no está de acuerdo ni en desacuerdo, y por último el 5% de los participantes están de acuerdo.



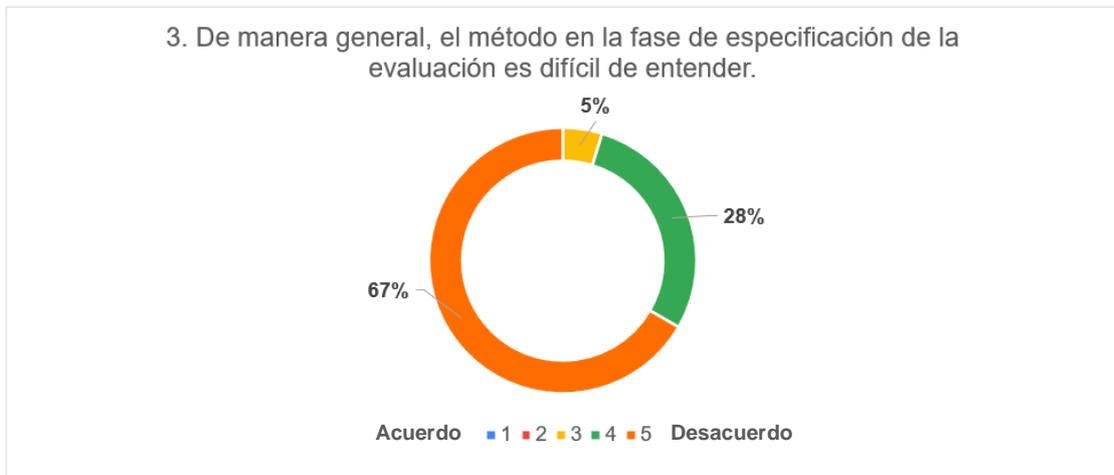
**Figura 20.** Pregunta 1 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 21 se pueden ver los resultados de la pregunta 2, donde el 53% está totalmente de acuerdo con que el método reduce el tiempo y esfuerzo de realizar una evaluación de juegos serios. El 33% de los participantes están de acuerdo y el 14% no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación.



**Figura 21.** Pregunta 2 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 22 se pueden ver los resultados de la pregunta 3, donde el 67% están totalmente de acuerdo con que la fase de especificación de la evaluación es fácil de entender. El 28% de los participantes están de acuerdo y el 5% no está de acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación.



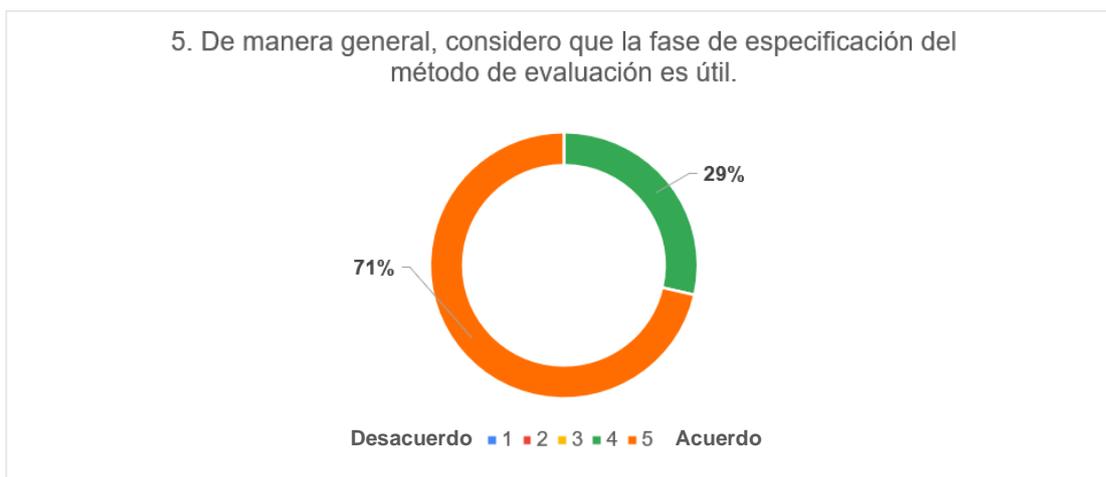
**Figura 22.** Pregunta 3 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 23 se presentan los resultados de la pregunta 4, donde el 57% están totalmente de acuerdo en que los pasos a seguir son claros y fáciles de entender, el 33% de los participantes están de acuerdo y el 10% no están ni de acuerdo ni en desacuerdo.

En la Figura 24 se pueden ver los resultados de la pregunta 5, donde la mayoría de los participantes (71%) están totalmente de acuerdo en que la fase de especificación de la evaluación es útil.



**Figura 23.** Pregunta 4 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

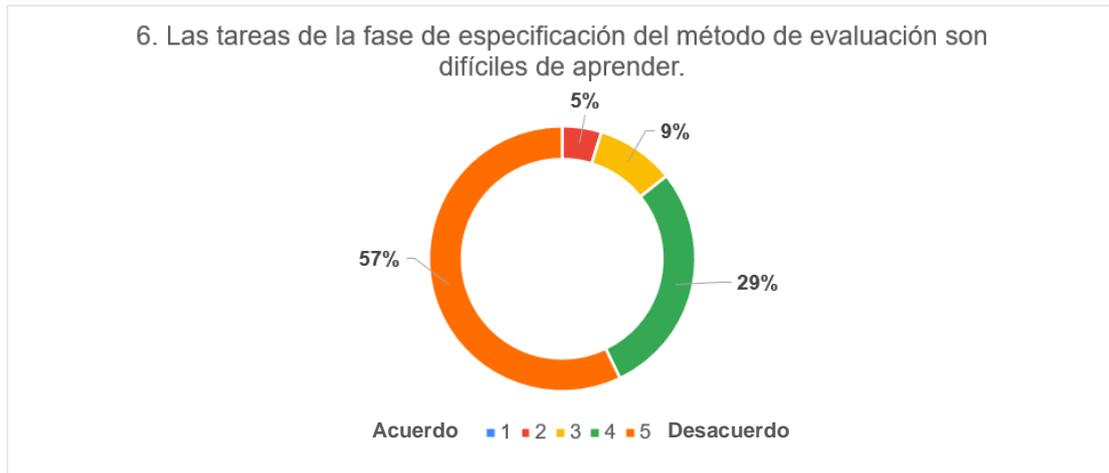


**Figura 24.** Pregunta 5 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 25 se presentan los resultados de la pregunta 6, donde el 57% de los participantes están en total desacuerdo en que las tareas del método son difíciles de aprender, pero el 5% están de acuerdo con esta afirmación.

En la Figura 26 se representan los resultados de la pregunta 7, donde se puede observar que el 76% de los participantes están totalmente de acuerdo en que las tareas de la fase de especificación son útiles para la evaluación de juegos serios, el 19% están de acuerdo, y el 5% no están de acuerdo ni en desacuerdo.

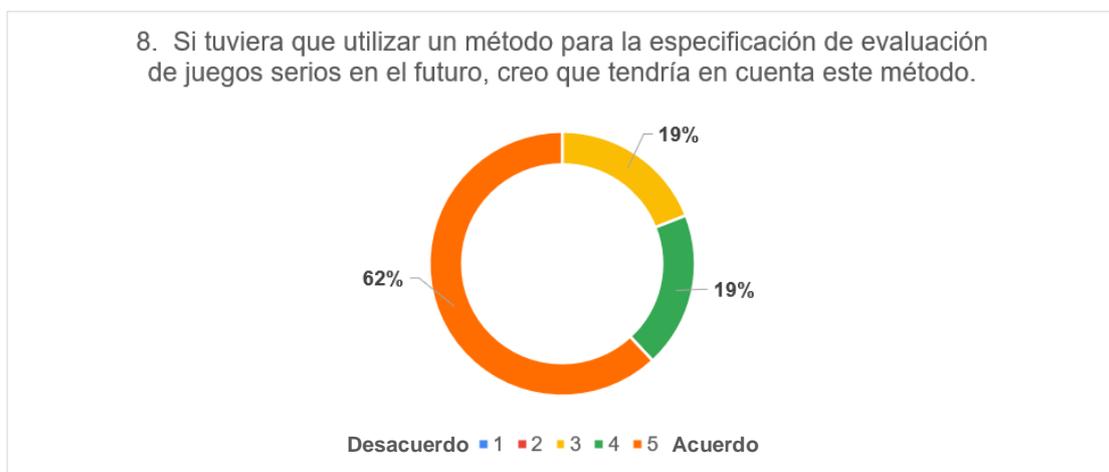
En la Figura 27 se pueden observar los resultados de la pregunta 8, donde el 62% de los encuestados están totalmente de acuerdo en que si tuvieran que utilizar un método para evaluar juegos serios tendrían en cuenta el método SG-QUAM. El 19% están de acuerdo con la afirmación y el 19% no están de acuerdo ni en desacuerdo.



**Figura 25.** Pregunta 6 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

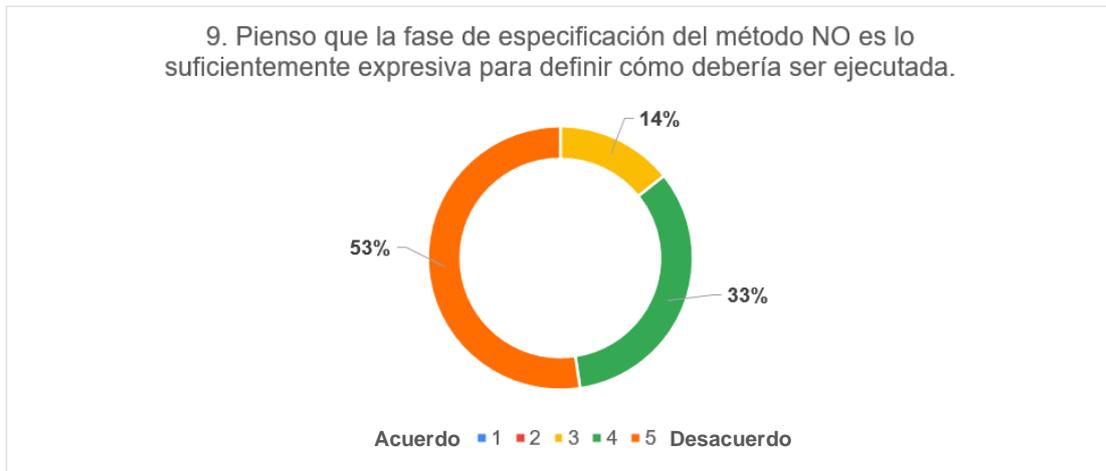


**Figura 26.** Pregunta 7 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 27.** Pregunta 8 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 28 se presentan los resultados de la pregunta 9, donde se puede ver que el 53% de los participantes están totalmente en desacuerdo en que la fase evaluada no es lo suficientemente expresiva para definir como debe de ser ejecutada. El 33% están en desacuerdo y el 14% no están de acuerdo ni en desacuerdo.



**Figura 28.** Pregunta 9 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 29 se pueden observar los resultados de la pregunta 10 del cuestionario, donde el 67% de los participantes están totalmente de acuerdo en que el uso del método podría mejorar el rendimiento al realizar la especificación de la evaluación de un juego serio.



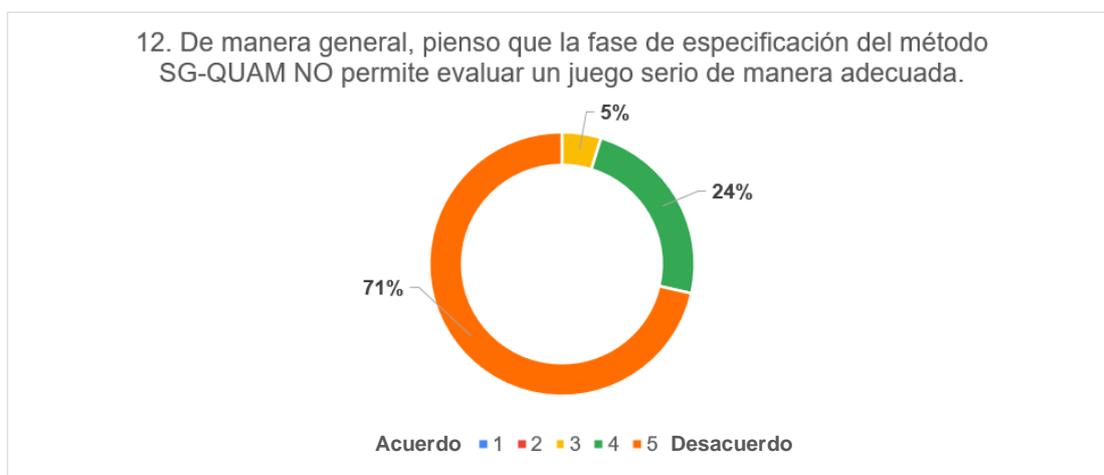
**Figura 29.** Pregunta 10 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 30 se presentan los resultados de la pregunta 11, donde el 62% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo en que la fase de especificación de la evaluación de un juego serio sería fácil de usar. El 29% están de acuerdo y el 9% no está de acuerdo ni en desacuerdo.



**Figura 30.** Pregunta 11 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

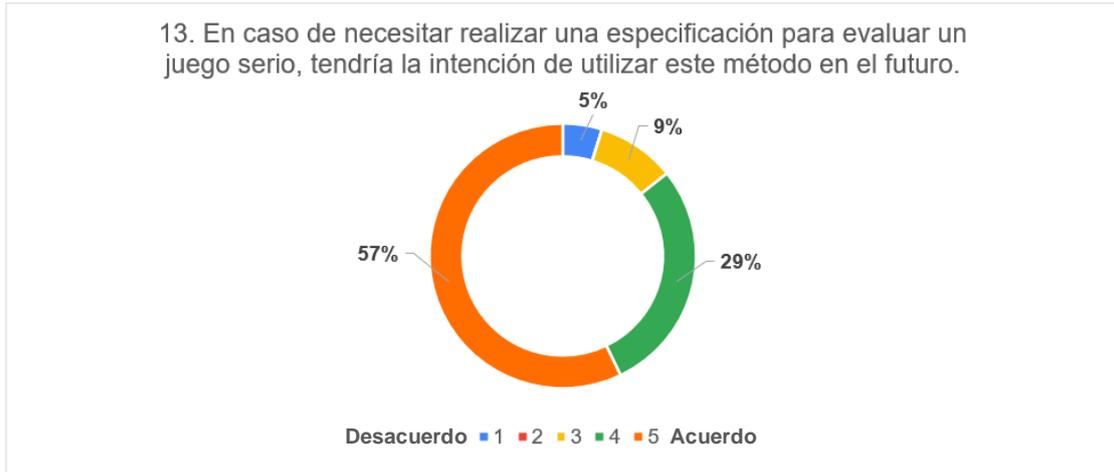
En la Figura 31 se pueden ver los resultados de la pregunta 12, donde la mayoría de los participantes están totalmente en desacuerdo en que la fase de especificación no permite evaluar un juego serio.



**Figura 31.** Pregunta 12 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 32 se presentan los resultados de la pregunta 13, donde el 57% están totalmente de acuerdo en que tendrían la intención de utilizar el método en un futuro, el 29% están de acuerdo, el 9% no están de acuerdo ni en desacuerdo, y el 5% están totalmente en desacuerdo.

En la Figura 33 se pueden ver los resultados de la pregunta 14, donde el 57% están totalmente en desacuerdo en que no recomendarían el uso de la fase de especificación para evaluar un juego serio, el 38% están en desacuerdo y el 5% está totalmente de acuerdo.



**Figura 32.** Pregunta 13 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 33.** Pregunta 14 de la encuesta TAM. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados presentados en las secciones anteriores permiten contestar a las preguntas de investigación de la siguiente manera:

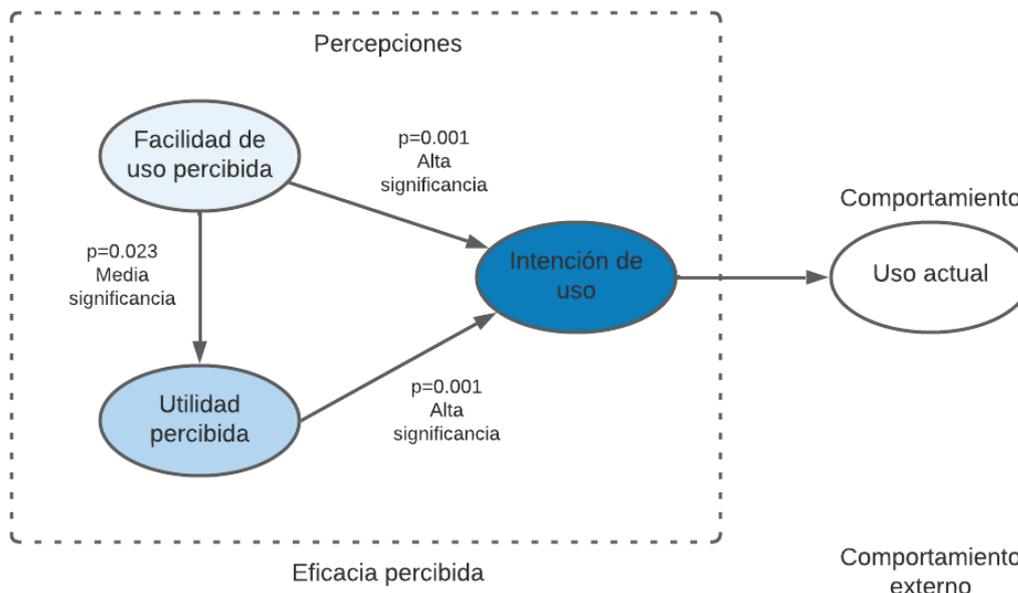
- **RQ1:** Se han aceptado las hipótesis H11 y H21, por lo tanto, la mayoría de los participantes percibieron el método SG-QUAM como fácil de usar y útil. Como se ha aceptado la hipótesis H40, la facilidad de uso percibida (PEOU) no está determinada por la Eficiencia. Además, la utilidad percibida (PU) no está determinada por la Efectividad debido a que se ha aceptado la hipótesis H50.

**Tabla 45.** Resumen de la evaluación del método SG-QUAM. Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis	Rango	Significancia	Acción	Resultados
H10	---	---	Se rechaza	El método es fácil de usar

H20	---	---	Se rechaza	El método se percibe como útil
H30	---	---	Se rechaza	Existe la intención de utilizar este método
H40	$p > 0.1$	No significativo	Se acepta	PEOU no está determinado por la eficiencia
H50	$p > 0.1$	No significativo	Se acepta	PU no está determinado por la efectividad
H60	$p < 0.05$	Media significancia	Se rechaza	PEOU se determina por PU
H70	$p < 0.01$	Alta significancia	Se rechaza	ITU se determina por PEOU
H80	$p < 0.01$	Alta significancia	Se rechaza	ITU se determina por PU

- RQ2:** La hipótesis H3 fue rechazada, lo que quiere decir que los participantes tienen intención de utilizar el método SG-QUAM en el futuro. Además, se rechazó la hipótesis H6, es decir, la facilidad de uso percibida está determinado por la utilidad percibida; también se rechazó la hipótesis H7 y H8 lo que significa que se ha corroborado que ITU está determinado por PU y por PEOU.



**Figura 34.** Conclusiones de la aplicación de MEM al método SG-QUAM. Fuente: Elaboración propia.

## 7.5 Amenazas a la validez

Para explicar los principales problemas que ponen en peligro la validez del cuasi experimento se consideran los cuatro tipos de amenazar descritos por Cook and Campbell: validez interna, externa, del constructor y de la conclusión.

### 7.5.1. Validez interna

Una de las principales amenazar a la validez interna fue la falta de experiencia de los participantes, por lo tanto, antes de comenzar con la experimentación se presentó un ejercicio de entrenamiento con actividades similares para que los participantes entendieran la dinámica del ejercicio final.

### 7.5.2. Validez externa

La principal amenaza a la validez externa fue la modalidad virtual del experimento, donde los participantes podían presentar problemas de conectividad. Para solventar esto se grabaron las explicaciones del ejercicio y se colocaron en la página web del experimento. Otra amenaza a la validez externa fue el tamaño y complejidad de las tareas, por lo que se realizó un experimento piloto para medir la dificultad y el tiempo aproximado que llevaría resolver el experimento y así proponer un nivel de complejidad acorde al tiempo disponible.

### 7.5.3. Validez del constructo

La principal amenaza de constructo es la confiabilidad del cuestionario, por lo que se realizó la prueba de confiabilidad alfa de Cronbach para cada conjunto de preguntas relacionadas con las variables PEOU, PU, ITU. Se obtuvo que la facilidad de uso percibida tiene un valor de  $\alpha=0.787$ , la utilidad percibida tiene un valor de  $\alpha=0.846$  y la intención de uso tiene un valor de  $\alpha=0.759$ . Estos valores están por encima del umbral mínimo aceptado de  $\alpha=0,7$ ; por lo tanto, el cuestionario es confiable.

### 7.5.4. Validez de la conclusión

Una de las principales amenazas a la validez de las conclusiones estadísticas es el tamaño de la muestra, en este caso se seleccionaron 17 participantes. A pesar de esto se obtuvieron buenos resultados donde todos los participantes lograron llevar a cabo las tareas propuestas. Para la recolección de datos, se aplicó el mismo procedimiento para todos los participantes y se aseguró que las variables dependientes se calculen utilizando la misma función de medición.

## CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

### 8.1 Conclusiones

A continuación, se detalla las conclusiones obtenidas de acuerdo a los objetivos previamente planteados:

#### 8.1.1 Objetivo general

El objetivo general de este trabajo de titulación es *“Proponer y aplicar un método de evaluación de calidad de producto y en uso de juegos serios para la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria”*.

Este objetivo se ha cumplido en su totalidad, dado que a lo largo de este trabajo se ha planteado un método para la evaluación de calidad de producto y en uso para la mejora de funciones cognitivas de atención y memoria, método el cual fue denominado como SG-QUAM. Además, el método fue aplicado completamente en un juego serio orientado a la memoria a corto plazo, en el que se pudo determinar ciertos defectos dentro del juego serios.

En adición, se redactó un artículo científico llamado *“Towards the Evaluation of the Usability and Portability of Serious Games”* que fue publicado en *IEEE 9th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* de 2021.

#### 8.1.2 Objetivo específico 1

*“Realizar una revisión sistemática de los estándares y modelos de calidad existentes para videojuegos que se puedan extender a juegos serios”*.

Este trabajo de titulación presentó una revisión sistemática de la literatura sobre soluciones de evaluación de la calidad de los videojuegos con énfasis en SG; la pregunta principal es ¿Qué soluciones existen para evaluar la calidad de los videojuegos? Se desarrolló utilizando la metodología de Kitchenham y Charters descrita y seguida en el Capítulo 3, donde se plantearon tres subpreguntas de investigación para obtener qué estándares y modelos de calidad se utilizan en VG y cómo se han abordado estos estudios. Luego, se seleccionaron 77 artículos.

Los resultados de la revisión sistemática revelaron que el 40% del estudio no utilizó ningún modelo de calidad, el 79% de los estudios no utiliza ningún estándar para evaluar VG y ningún artículo utiliza el estándar ISO/IEC 25040 que define un proceso para evaluar un producto de software. Por otro lado, la mayor parte de la investigación se centra en evaluar la usabilidad de VG y ninguna evalúa la seguridad.

## 8.1.3 Objetivo específico 2

*“Diseñar un modelo de calidad orientado a la medición de la usabilidad, portabilidad y experiencia de usuario, basado en el estándar ISO/IEC 25010 para evaluar juegos serios”.*

Para cumplir con este objetivo se planteó un modelo de calidad que es una recopilación de características y atributos basados en el estándar ISO/IEC 25010 y otras características obtenidas en la revisión sistemática. Por lo tanto, el modelo de calidad en producto (Apéndice L) está compuesto de dos características usabilidad y portabilidad, sub divididas en 6 sub-características y 3 sub-características respectivamente. En total se tiene 60 atributos de calidad de producto. Con respecto a la calidad en uso (Apéndice M), está compuesta por la usabilidad y subdividida en 3 sub-características y un total de 48 atributos de calidad.

## 8.1.4 Objetivo específico 3

*“Proponer y aplicar un método de calidad basado en la norma ISO/IEC 25040 para realizar la evaluación de calidad de juegos serios.”*

Relacionado a este objetivo, se presentó el método denominado SG-QUAM, este método está basado en la norma ISO/IEC 25040 y se encuentra detallado en el capítulo 4, este método consta de las siguientes cinco fases: i) Requisitos de la evaluación; ii) Especificación de la evaluación; iii) Diseño de la evaluación; iv) Ejecución de la evaluación y v) Finalización de la evaluación. Este método presenta varias mejoras comparadas con otras aproximaciones existentes:

1. Se presentó un modelo para evaluar la calidad de juegos serios, específicamente las características de usabilidad y portabilidad, y un modelo de calidad en uso. Estos modelos se han definido ya que, luego de una revisión bibliográfica, se determinó la falta de modelos completos enfocados a juegos serios orientados a la mejora cognitiva y basados en estándares como ISO/IEC 25010.
2. El método incluye además etapas exclusivas para la intervención de áreas de neuropsicología y que están relacionados con los temas de funciones cognitivas de atención y memoria.
3. El método considera la opinión de todos los involucrados en el dominio del juego serio (ingenieros de calidad, ingenieros de sistemas, gerente de proyecto, usuario final, neuropsicólogos).

## 8.1.5 Objetivo específico 4

*“Validar el método de calidad propuesto mediante caso de estudio y/o cuasiexperimento, los juegos a ser evaluados serán los desarrollados dentro de un grupo de investigación de la*

---

*Universidad de Cuenca (juego de rompecabezas, juego de pares, juego de atención, álbum de los recuerdos), mismos que han estado orientados al refuerzo cognitivo de atención y memoria. La evaluación de la calidad se la realizará en el contexto de ingenieros de sistemas, ingenieros del software, ingenieros de calidad y/o afines.”*

Con respecto a este objetivo, se ha presentado un cuasiexperimento con el que se ha evaluado la eficiencia percibida de un grupo de estudiantes y profesionales que utilizaron el método SG-QUAM en la fase de obtención de requisitos. El análisis de los datos revela que los participantes percibieron el método como fácil de usar, útil y destinado a usar el método en el futuro. Con respecto a las preguntas abiertas, la mayoría de los participantes indicó que el método desde su punto de vista es adecuado para evaluar las aplicaciones del refuerzo cognitivo.

Previo a la experimentación final, se realizó un pre experimento con estudiantes de 8vo ciclo de la Universidad de Cuenca, cuyo objetivo fue pulir el entrenamiento y experimentación final. Dicho experimento permitió determinar el número de etapas óptimo para realizar el entrenamiento y la experimentación en un tiempo máximo de 2 horas. Las etapas planteadas inicialmente fueron: i) Requisitos de la evaluación, ii) Especificación de la evaluación y iii) Diseño de la evaluación. Estas tomaban un tiempo aproximado de 40 minutos de entrenamiento más 3 horas de experimentación, por lo que se excedía del tiempo límite planteado. Para solucionar esto se optó por evaluar únicamente la etapa i) Requisitos de la evaluación, debido a que esta etapa o fase define todos los aspectos necesarios para el correcto desarrollo del resto de etapas.

También, se presenta el uso del método planteado (SG-QUAM) aplicado a un caso de estudio, en el que se realizar la evaluación completa, con la participación de todos los roles. Una vez finalizada la evaluación, se detectaron varios problemas de calidad, que deben ser resueltos para lograr tener un mejor producto de software y que sea del agrado de sus futuros usuarios.

## **8.2 Contribuciones**

Este presente trabajo de titulación, contribuye en de una forma directa en la creación de mejores productos de software, para este caso juegos serios orientados a funciones cognitivas de atención y memoria, con evaluación pre y post salida al mercado o academia, tomando en cuenta diferentes puntos de vista, por el lado de la calidad de producto y uso, con la participación de grupos de ingenieros y desarrolladores de software, mientras que para evaluación de las funciones cognitivas con la participación de expertos en el área, como lo son neuropsicólogos y sin olvidarnos de la opinión de los actores principales como lo son los

usuarios finales. De esta manera pretendemos lograr aumentar el valor tanto en el área tecnológica como en el impacto social que se puede llegar a obtener con los juegos serios.

### **8.3 Trabajo Futuro**

Como trabajo futuro, se propone presentar una discusión más amplia sobre los resultados encontrados en la revisión sistemática de la literatura y definir brechas de investigación en esta área.

Además, se pueden considerar antecedentes y perfiles de usuarios, lo que permite tener soluciones orientadas a diferentes dominios a los juegos serios. Además, se propone la evaluación de juegos serios aplicando el método SG-QUAM donde se utilizan plantillas para la licitación de requisitos y el modelo de calidad propuesto en este estudio, agregando también una investigación adicional para generar un banco de criterios de evaluación para cada atributo de calidad. Adicionalmente, se pretende validar el método con la participación de más ingenieros de software e ingenieros de calidad y luego presentar una amplia discusión entre los autores sobre los resultados obtenidos.

### **8.4 Difusión de resultados.**

A partir de este trabajo de titulación, se han realizado artículos científicos con relación a la revisión sistemática, el método de evaluación y modelo de calidad propuesto. A continuación, se listan los artículos presentados y por presentar:

#### **8.3.1 Artículo científico sobre el método de evaluación y el modelo de calidad propuesto.**

Este artículo ha sido titulado como “*Towards the Evaluation of the Usability and Portability of Serious Games*” y fue publicado en *IEEE 9th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* de 2021, mismo que presenta una primera versión del método de evaluación y modelo de calidad presentado en este trabajo de titulación (Véase Apéndice N).

#### **8.3.2 Artículo científico sobre la revisión sistemática.**

Con relación a la revisión sistemática de la literatura sobre los estándares y modelos de calidad creados para la evaluación de videojuegos. Se está elaborando un artículo científico para ser presentado en *IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* (Véase Apéndice M).

### **8.3.3 Artículo científico sobre el método de evaluación y el modelo de calidad propuesto.**

Este artículo se ha denominado “*Serious Game Quality Assessment Method: Empirical Evaluation and Case of Study*”, y se encuentra en proceso de aceptación en *IEEE Andean Conference (ANDESCON)*, mismo que presenta la versión del método de evaluación y modelo de calidad presentado en este trabajo de titulación (Vease Apéndice P).

## REFERENCIAS

- Abdellatif, A. J., McCollum, B., & McMullan, P. (2018). Serious games quality characteristics evaluation: The case study of optimizing robocode. *SIIE 2018 - 2018 International Symposium on Computers in Education, Proceedings*, 00(c), 112–119. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2018.8586730>
- Al-Thaqib, A., Al-Sultan, F., Al-Zahrani, A., Al-Kahtani, F., Al-Regaiey, K., Iqbal, M., & Bashir, S. (2018). Brain Training Games Enhance Cognitive Function in Healthy Subjects. *Medical Science Monitor Basic Research*, 24, 63–69. <https://doi.org/10.12659/MSMBR.909022>
- Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Al-Hashimi, O., Faraji, F., Janowich, J., Kong, E., Larraburo, Y., Rolle, C., Johnston, E., & Gazzaley, A. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*, 501(7465), 97–101. <https://doi.org/10.1038/nature12486>
- Arévalo, M., Romero, V., Sanchez-Zhunio, C., Prado-Cabrera, D., & Cedillo, P. (2021). Towards the Evaluation of the Usability and Portability of Serious Games. *SeGAH 2021 - 2021 IEEE 9th International Conference on Serious Games and Applications for Health*. <https://doi.org/10.1109/SEGAH52098.2021.9551903>
- Basili, V. R., Shull, F., & Lanubile, F. (1999). Building knowledge through families of experiments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 25(4), 456–473. <https://doi.org/10.1109/32.799939>
- Bergeron, B. P. (2006). *Developing Serious Games* (Charles River Media (Ed.); 1er ed.).
- Bernabéu Brotóns, E. (2017). La atención y la memoria como claves del proceso de aprendizaje. Aplicaciones para el entorno escolar. *ReiDoCrea: Revista Electrónica de Investigación Docencia Creativa*. <https://doi.org/10.30827/Digibug.47141>
- BEVAN, N. (2010). Los nuevos modelos de ISO para la calidad y la calidad en uso del software. In *Calidad del producto y proceso software* (pp. 5–75). Editorial Ra-Ma.
- Callejas-Cuervo, M., Alarcón-Aldana, A. C., & Álvarez-Carreño, A. M. (2017). Modelos de calidad del software, un estado del arte. *ENTRAMADO*, 13(1), 236–250. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25125>

- Cedillo Orellana, I. P. (2017). *Monitorización de calidad de servicios cloud mediante modelos en tiempo de ejecución*. <https://doi.org/10.4995/THESIS/10251/78032>
- Climent, Maria Teresa. (2014). *Factores de riesgo asociados al deterioro cognitivo prevención desde la oficina de farmacia*.
- Climent, María Teresa. (2014). Factores de riesgo asociados al deterioro cognitivo. Prevención desde la oficina de farmacia. In *Universidad CEU Cardenal Herrera*. Universidad CEU - Cardenal Herrera.
- Collins, K., Kanev, K., & Kapralos, B. (2010). Using games as a method of evaluation of usability and user experience in human-computer interaction design. *Proceedings of the 13th International Conference on Humans and Computers*.
- Cortés Cortés, M. E., & Iglesias León, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Universidad Autónoma del Carmen.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 13(3), 319–339. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., & Wiemeyer, J. (2016). *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice* (R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg, & J. Wiemeyer (Eds.); 1st ed.).
- Galin, D. (2018). *Software Quality: Concepts and Practice*.
- Garcia-Mundo, L., Genero, M., & Piattini, M. (2015, October 9). Towards a Construction and Validation of a Serious Game Product Quality Model. *VS-Games 2015 - 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications*. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2015.7295790>
- González, J., Montero, F., Padilla-Zea, N., & Vela, F. L. (2009). *Playability as Extension of Quality in Use in Video Games*.
- González José, Montero Francisco, Padilla-Zea Natalia, & Gutiérrez Vela Francisco Luis. (2009). Playability as Extension of Quality in Use in Video Games. *CEUR-WS*, 490.
- González Sánchez, J. L., & Gutiérrez Vela, F. L. (2014). Assessing the player interaction experiences based on playability. *Entertainment Computing*, 5(4), 259–267.

<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.08.006>

Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. MCGRAW-HILL.

Herzum, P., & Sims, O. (2000). *Business components factory: a comprehensive overview of component-based development for the enterprise*. John Wiley & Sons, Inc.

Hess, L. M., & Insel, K. C. (2007). Chemotherapy-related change in cognitive function: a conceptual model. *Oncology Nursing Forum*, 34(5), 981–994. <https://doi.org/10.1188/07.ONF.981-994>

Hirschfeld, L. A. (2010). Is the acquisition of social categories based on domain-specific competence or on knowledge transfer? In *Mapping the Mind* (pp. 201–233). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511752902.009>

Hookham, G., & Nesbitt, K. (2019). A Systematic Review of the Definition and Measurement of Engagement in Serious Games. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3290688.3290747>

Host, M., Regnell, B., & Wohlin, C. (2000). Using students as subjects - a comparative study of students and professionals in lead-time impact assessment. *Empirical Software Engineering*, 5(3), 201–214. <https://doi.org/10.1023/A:1026586415054>

ISO/IEC. (1999, April). *ISO 14598*. <https://www.iso.org/standard/24902.html>

ISO/IEC. (2016a). *ISO/IEC 25022:2016 - Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — Measurement of quality in use*. <https://www.iso.org/standard/35746.html>

ISO/IEC. (2016b). *ISO/IEC 25023:2016 - Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of system and software product quality*. <https://www.iso.org/standard/35747.html>

ISO/IEC. (2016c). *ISO/IEC 25040*. <https://www.iso.org/standard/35765.html>

ISO/IEC. (2016d). *ISO 25010*. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?start=0>

ISO/IEC. (2016e). *ISO 25040*. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25040>

ISO/IEC. (2016f). *NORMAS ISO 25000*. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000>

- ISO/IEC 25010. (2011). ISO/IEC JTC 1, SC 7, Software and Systems Engineering. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en>
- ISO. (2018). *ISO 9241-11:2018(en), Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>
- Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A., Tijs, T., & Walton, A. (2008). Measuring and defining the experience of immersion in games. *International Journal of Human Computer Studies*, 66(9), 641–661. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.04.004>
- Kitchenham, B. A., Pfleeger, S. L., Pickard, L. M., Jones, P. W., Hoaglin, D. C., El Emam, K., & Rosenberg, J. (2002). Preliminary guidelines for empirical research in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 28(8), 721–734. <https://doi.org/10.1109/TSE.2002.1027796>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (Issue EBSE 2007-001).
- Lopez, A., & Gaibor, M. (2019). A quality model for the serious games development process. *Proceedings - 2019 International Conference on Information Systems and Software Technologies, ICI2ST 2019*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/ICI2ST.2019.00008>
- Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform* (1st ed.).
- Michaud, L., & Alvarez, J. (2008). Serious games. *Advergaming, Edugaming, Training...* IDATE Consulting & Research.
- Moody, D. L. (2001). *A Practical Method for Representing Large Entity Relationship Models*.
- Ospina B, Sandoval J, Aristizabal C, & Ramirez M. (2003). *La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud. Antioquia, 2003*.
- Ostrosky-Solis, F., Ardila, A., Rosselli, M., Lopez-Arango, G., & Uriel-Mendoza, V. (1998). Neuropsychological test performance in illiterate subjects. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 13(7), 645–660. <https://doi.org/10.1093/ARCLIN/13.7.645>

- Ostrosky, F., Gómez, M., Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Pineda, D. (2012). Neuropsi: Atención y memoria. In *México: Manual Moderno*.
- Palomares Castillo, E., Campos Coy, P. E., Ostrosky Shejet, F., Tirado Duran, E., & Mendieta Cabrera, D. (2010). Evaluación de funciones cognitivas: atención y memoria en pacientes con trastorno de pánico. *Salud Mental*, 33(6), 481–488.
- Pérez, J. F. H., Gómez, P. C., & Meroño, M. C. P. (2016). Taxonomía del videojuego: un planteamiento por géneros. *La Pantalla Insomne*, 2074–2093.
- Ramadan, R., & Hendradjaya, B. (2014, March 17). Development of game testing method for measuring game quality. *Proceedings of 2014 International Conference on Data and Software Engineering, ICODSE 2014*. <https://doi.org/10.1109/ICODSE.2014.7062694>
- Rodríguez, M., Oviedo, J. R., & Piattini, M. (2016). Evaluation of Software Product Functional Suitability: A Case Study. *Software Quality Professional*, 18(3).
- Sánchez, J. L. G., Zea, N. P., Gutiérrez, F. L., & Cabrera, M. J. (2008). De la Usabilidad a la Jugabilidad: Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador 2 Usabilidad en Videojuegos y Sistemas Interactivos de Ocio. *Proceedings of INTERACCION*, 99–109.
- Sinclair, J. (2011). Feedback control for exergames. *Theses: Doctorates and Masters*.
- Sokolov, A. A., Collignon, A., & Bieler-Aeschlimann, M. (2020). Serious video games and virtual reality for prevention and neurorehabilitation of cognitive decline because of aging and neurodegeneration. *Current Opinion in Neurology*, 33(2), 239–248. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000791>
- Stanmore, E., Stubbs, B., Vancampfort, D., de Bruin, E. D., & Firth, J. (2017a). The effect of active video games on cognitive functioning in clinical and non-clinical populations: A meta-analysis of randomized controlled trials. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 78, pp. 34–43). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.04.011>
- Stanmore, E., Stubbs, B., Vancampfort, D., de Bruin, E. D., & Firth, J. (2017b). The effect of active video games on cognitive functioning in clinical and non-clinical populations: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 78, 34–43. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2017.04.011>
- Suryapranata, L. K. P., Gaol, F. L., Soewito, B., Warnars, H. L. H. S., & Kusuma, G. P. (2017).

Quality measurement for serious games. *Proceedings - 2017 International Conference on Applied Computer and Communication Technologies, ComCom 2017, 2017-Janua*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/COMCOM.2017.8167098>

van der Kuil, M. N. A., Visser-Meily, J. M. A., Evers, A. W. M., & van der Ham, I. J. M. (2018). A Usability Study of a Serious Game in Cognitive Rehabilitation: A Compensatory Navigation Training in Acquired Brain Injury Patients. *Frontiers in Psychology*, 9(JUN). <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2018.00846>

Vargas, J. A., García-Mundo, L., Genero, M., & Piattini, M. (2014). A systematic mapping study on Serious Game quality. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/2601248.2601261>

Wibawa, R. C., Akhyar, R., & Rochimah, S. (2018). Measuring Quality of Mobile Games from Player Perspective and Network Conditions. *2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar, EECCIS 2018*, 395–398. <https://doi.org/10.1109/EECCIS.2018.8692941>

Wilkinson, P. (2016). Brief history of serious games. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9970 LNCS, 17–41. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_2)

Woods, B., Aguirre, E., Spector, A. E., & Orrell, M. (2012). Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005562.PUB2>

## APÉNDICES

### Apéndice A: Estudio seleccionados en el estado del arte.

Estudio	Referencia
S1	L. Valente, B. Feijó, J. C. S. do P. Leite, and E. Clua, "A method to assess pervasive qualities in mobile games," <i>Pers. Ubiquitous Comput.</i> , vol. 22, no. 4, pp. 647–670, Aug. 2018, doi: 10.1007/s00779-017-1107-0.
S2	T. Martins, T. Romão, C. Sommerer, L. Mignonneau, and N. Correia, "Towards an interface for untethered ubiquitous gaming," in <i>Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE 2008</i> , 2008, pp. 26–33, doi: 10.1145/1501750.1501757.
S3	N. Paraschou, J. Ikonen, K. Heikkinen, and J. Parkkila, "Designing a user interface for game developers to enter game specific information," in <i>ACM International Conference Proceeding Series</i> , Jun. 2014, vol. 883, pp. 309–316, doi: 10.1145/2659532.2659617.
S4	N. I. Solorzano Alcivar, D. C. Gallego, L. S. Quijije, and M. M. Quelal, "Developing a dashboard for monitoring usability of educational games apps for children," in <i>ACM International Conference Proceeding Series</i> , Mar. 2019, pp. 70–75, doi: 10.1145/3328886.3328892.
S5	A. Drachen and A. Canossa, "Towards gameplay analysis via gameplay metrics," in <i>MindTrek 2009 - 13th International Academic MindTrek Conference: Everyday Life in the Ubiquitous Era</i> , 2009, pp. 202–209, doi: 10.1145/1621841.1621878.
S6	P. A. Rego, R. Rocha, B. M. Faria, L. P. Reis, and P. M. Moreira, "A Serious Games Platform for Cognitive Rehabilitation with Preliminary Evaluation," <i>J. Med. Syst.</i> , vol. 41, no. 1, pp. 1–15, Jan. 2017, doi: 10.1007/s10916-016-0656-5.
S7	D. Picovici, D. Denieffe, and Z. Kastrati, "Subjective-based quality assessment for online games," Mar. 2012, doi: 10.4108/icst.simutools2010.8721.
S8	S. Oberdörfer, D. Heidrich, and M. E. Latoschik, "Usability of gamified knowledge learning in VR and Desktop-3D," May 2019, doi: 10.1145/3290605.3300405.

S9	J. Odenwald, S. Bertel, and F. Echtler, "Tabletop teleporter: Evaluating the immersiveness of remote board gaming," in <i>Proceedings - Pervasive Displays 2020: 9th ACM International Symposium on Pervasive Displays, PerDis 2020</i> , Jun. 2020, pp. 79–86, doi: 10.1145/3393712.3395337.
S10	L. F. Rodrigues, C. J. Costa, and A. Oliveira, "Gamification: A framework for designing software in e-banking," <i>Comput. Human Behav.</i> , vol. 62, pp. 620–634, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.chb.2016.04.035.
S11	C. C. Chang and T. Johnson, "Integrating heuristics and think-aloud approach to evaluate the usability of game-based learning material," <i>J. Comput. Educ.</i> , vol. 8, no. 1, pp. 137–157, Mar. 2021, doi: 10.1007/s40692-020-00174-5.
S12	R. Ramadan and B. Hendradjaya, "Development of game testing method for measuring game quality," Mar. 2014, doi: 10.1109/ICODSE.2014.7062694.
S13	S. Pavapootanont and N. Prompoon, "Defining usability quality metric for mobile game prototype using software attributes," in <i>Proceedings of the IEEE International Conference on Software Engineering and Service Sciences, ICSESS</i> , Nov. 2015, vol. 2015-November, pp. 730–736, doi: 10.1109/ICSESS.2015.7339161.
S14	F. Ahmed, M. Zia, H. Mahmood, and S. Al Kobaisi, "Open source computer game application: An empirical analysis of quality concerns," <i>Entertain. Comput.</i> , vol. 21, pp. 1–10, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.entcom.2017.04.001.
S15	A. Thorpe, K. Nesbitt, and A. Eidels, "Assessing Game Interface Workload and Usability: A Cognitive Science Perspective," Jan. 2019, doi: 10.1145/3290688.3290749.
S16	E. Paschali, A. Ampatzoglou, R. Escourrou, A. Chatzigeorgiou, and I. Stamelos, "A metric suite for evaluating interactive scenarios in video games: An empirical validation," in <i>Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing</i> , Mar. 2020, pp. 1614–1623, doi: 10.1145/3341105.3373985.
S17	C. Schaefer, T. Enderes, H. Ritter, and M. Zitterbart, "Subjective quality assessment for multiplayer real-time games," in <i>NetGames 2002 - Proceedings of the 1st Workshop on Network and System Support for Games</i> , Apr. 2002, pp. 74–78, doi: 10.1145/566500.566511.

S18	C. Mo, Z. Wang, G. Zhu, and W. Zhu, "Understanding gaming experience in mobile multiplayer online battle arena games," in <i>Proceedings of the 28th ACM Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video, NOSSDAV 2018</i> , Jun. 2018, pp. 25–30, doi: 10.1145/3210445.3210450.
S19	A. A. Laghari, K. ur R. Laghari, K. A. Memon, M. B. Soomro, R. A. Laghari, and V. Kumar, "Quality of experience (QoE) assessment of games on workstations and mobile," <i>Entertain. Comput.</i> , vol. 34, p. 100362, May 2020, doi: 10.1016/j.entcom.2020.100362.
S20	A. Blanié, M.-A. Amorim, A. Meffert, C. Perrot, L. Dondelli, and D. Benhamou, "Assessing validity evidence for a serious game dedicated to patient clinical deterioration and communication," <i>Adv. Simul.</i> , vol. 5, no. 1, pp. 1–12, Dec. 2020, doi: 10.1186/s41077-020-00123-3.
S21	M. Gumaa, A. Khaireldin, and A. Rehan Youssef, "Validity and Reliability of Interactive Virtual Reality in Assessing the Musculoskeletal System: a Systematic Review," <i>Current Reviews in Musculoskeletal Medicine</i> , vol. 14, no. 2. Springer, pp. 130–144, Apr. 01, 2021, doi: 10.1007/s12178-021-09696-6.
S22	K. Mitgutsch and N. Alvarado, "Purposeful by design?: A serious game design assessment framework," in <i>Foundations of Digital Games 2012, FDG 2012 - Conference Program</i> , 2012, pp. 121–128, doi: 10.1145/2282338.2282364.
S23	D. G. Blasko, H. B. Drabik, H. C. Lum, S. Halse, and M. A. Harris, "Spatial Perception Orientation Task (SPOT): Developing an accessible tool for measuring spatial working memory," in <i>Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings</i> , 2014, pp. 1753–1758, doi: 10.1145/2559206.2581196.
S24	H. Korhonen and E. M. I. Koivisto, "Playability heuristics for mobile games," in <i>ACM International Conference Proceeding Series</i> , 2006, vol. 159, pp. 9–16, doi: 10.1145/1152215.1152218.
S25	G. A. Gunter, R. F. Kenny, and E. H. Vick, "Taking educational games seriously: Using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games," <i>Educational Technology Research and Development</i> , vol. 56, no. 5–6. Springer, pp. 511–537, Dec. 16, 2008, doi: 10.1007/s11423-007-9073-2.

S26	G. Christou, "A comparison between experienced and inexperienced video game players' perceptions," <i>Human-centric Comput. Inf. Sci.</i> , vol. 3, no. 1, pp. 1–15, Dec. 2013, doi: 10.1186/2192-1962-3-15.
S27	E. S. Shernoff <i>et al.</i> , "Evaluating the usability and instructional design quality of Interactive Virtual Training for Teachers (IVT-T)," <i>Educ. Technol. Res. Dev.</i> , vol. 68, no. 6, pp. 3235–3262, Dec. 2020, doi: 10.1007/s11423-020-09819-9.
S28	P. Wouters, E. D. van der Spek, and H. van Oostendorp, "Measuring learning in serious games: A case study with structural assessment," <i>Educ. Technol. Res. Dev.</i> , vol. 59, no. 6, pp. 741–763, Dec. 2011, doi: 10.1007/s11423-010-9183-0.
S29	R. Tsopra <i>et al.</i> , "AntibioGame®: A serious game for teaching medical students about antibiotic use," <i>Int. J. Med. Inform.</i> , vol. 136, p. 104074, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2020.104074.
S30	Y. J. Kim and V. J. Shute, "The interplay of game elements with psychometric qualities, learning, and enjoyment in game-based assessment," <i>Comput. Educ.</i> , vol. 87, pp. 340–356, Aug. 2015, doi: 10.1016/j.compedu.2015.07.009.
S31	H. Söbke, U. Arnold, and M. Montag, "Intrinsic Motivation in Serious Gaming A Case Study," in <i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , Dec. 2020, vol. 12517 LNCS, pp. 362–371, doi: 10.1007/978-3-030-63464-3_34.
S32	A. Yusoff, R. Crowder, and L. Gilbert, "Validation of serious games attributes using the technology acceptance model," in <i>2nd International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-GAMES 2010</i> , 2010, pp. 45–51, doi: 10.1109/VS-GAMES.2010.7.
S33	H. Desurvire and D. Wixon, "Game Principles: Change, Choice & Creation: Making Better Games," in <i>Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings</i> , Apr. 2013, vol. 2013-April, pp. 1065–1070, doi: 10.1145/2468356.2468547.
S34	R. Martins and P. Notargiacomo, "Evaluation of leap motion controller effectiveness on 2D game environments using usability heuristics," <i>Multimed. Tools Appl.</i> , vol. 80, no. 4, pp. 5539–5557, Feb. 2021, doi: 10.1007/s11042-020-09696-7.

S35	R. Yanez-Gomez, J. L. Font, D. Cascado-Caballero, and J. L. Sevillano, "Heuristic usability evaluation on games: a modular approach," <i>Multimed. Tools Appl.</i> , vol. 78, no. 4, pp. 4937–4964, Feb. 2019, doi: 10.1007/s11042-018-6593-1.
S36	S. Paydar and A. Azamnouri, "An experimental study on robustness and responsiveness testing of Iranian android games," in <i>2018 8th International Conference on Computer and Knowledge Engineering, ICCKE 2018</i> , Dec. 2018, pp. 27–33, doi: 10.1109/ICCKE.2018.8566512.
S37	D. Valencia, A. Vizcaino, L. Garcia-Mundo, M. Piattini, and J. P. Soto, "GSDgame: A serious game for the acquisition of the competencies needed in GSD," in <i>Proceedings - 11th IEEE International Conference on Global Software Engineering Companion Proceedings, ICGSEW 2016</i> , Sep. 2016, pp. 19–24, doi: 10.1109/ICGSEW.2016.11.
S38	W. Van Der Vegt and W. Westera, "Quality of Reusable Game Software: Empowering Developers with Automated Quality Checks," in <i>Proceedings - 19th IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security, QRS 2019</i> , Jul. 2019, pp. 446–452, doi: 10.1109/QRS.2019.00061.
S39	E. I. Konstantinidis, A. S. Billis, C. A. Mouzakidis, V. I. Zilidou, P. E. Antoniou, and P. D. Bamidis, "Design, implementation, and wide pilot deployment of FitForAll: An Easy to use exergaming platform improving physical fitness and life quality of senior citizens," <i>IEEE J. Biomed. Heal. Informatics</i> , vol. 20, no. 1, pp. 189–200, Jan. 2016, doi: 10.1109/JBHI.2014.2378814.
S40	E. K. Thomsen <i>et al.</i> , "ResistanceSim: Development and acceptability study of a serious game to improve understanding of insecticide resistance management in vector control programmes," <i>Malar. J.</i> , vol. 17, no. 1, Nov. 2018, doi: 10.1186/s12936-018-2572-2.
S41	I. D. Báldy, N. Hansen, and T. Bjørner, "An Engaging Serious Game Aiming at Awareness of Therapy Skills Associated with Social Anxiety Disorder," <i>Mob. Networks Appl.</i> , pp. 1–12, Mar. 2021, doi: 10.1007/s11036-021-01743-3.
S42	I. Afyouni <i>et al.</i> , "A therapy-driven gamification framework for hand rehabilitation," <i>User Model. User-adapt. Interact.</i> , vol. 27, no. 2, pp. 215–265, Jun. 2017, doi: 10.1007/s11257-017-9191-4.

S43	D. Drummond, A. Hadchouel, and A. Tesnière, "Serious games for health: three steps forwards," <i>Adv. Simul.</i> , vol. 2, no. 1, pp. 1–8, Dec. 2017, doi: 10.1186/s41077-017-0036-3.
S44	A. Cuesta-Gómez <i>et al.</i> , "Effects of virtual reality associated with serious games for upper limb rehabilitation inpatients with multiple sclerosis: Randomized controlled trial," <i>J. Neuroeng. Rehabil.</i> , vol. 17, no. 1, Jul. 2020, doi: 10.1186/s12984-020-00718-x.
S45	G. Tisza and P. Markopoulos, "FunQ: Measuring the fun experience of a learning activity with adolescents," <i>Curr. Psychol.</i> , pp. 1–21, Mar. 2021, doi: 10.1007/s12144-021-01484-2.
S46	P. Bui, G. Rodríguez-Aflecht, B. Brezovszky, M. M. Hannula-Sormunen, S. Laato, and E. Lehtinen, "Understanding students' game experiences throughout the developmental process of the number navigation game," <i>Educ. Technol. Res. Dev.</i> , vol. 68, no. 5, pp. 2395–2421, Oct. 2020, doi: 10.1007/s11423-020-09755-8.
S47	X. Tong, "Positioning game review as a crucial element of game user feedback in the ongoing development of independent video games," <i>Comput. Hum. Behav. Reports</i> , vol. 3, p. 100077, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.chbr.2021.100077.
S48	A. All, E. N. P. Castellar, and J. Van Looy, "Digital Game-Based Learning effectiveness assessment: Reflections on study design," <i>Comput. Educ.</i> , vol. 167, p. 104160, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.compedu.2021.104160.
S49	S. D. Vermillion, R. J. Malak, R. Smallman, and S. Fields, "Linking normative and descriptive research with serious gaming," in <i>Procedia Computer Science</i> , Jan. 2014, vol. 28, pp. 204–212, doi: 10.1016/j.procs.2014.03.026.
S50	L. Sauvé, L. Renaud, D. Kaufman, and E. Duplâa, "Validation of the Educational Game for Seniors: 'Live Well, Live Healthy!,'" <i>Procedia - Soc. Behav. Sci.</i> , vol. 176, pp. 674–682, Feb. 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.526.
S51	J. L. González Sánchez and F. L. Gutiérrez Vela, "Assessing the player interaction experiences based on playability," <i>Entertain. Comput.</i> , vol. 5, no. 4, pp. 259–267, Dec. 2014, doi: 10.1016/j.entcom.2014.08.006.
S52	N. F. Cook, T. McAloon, P. O'Neill, and R. Beggs, "Impact of a web based interactive simulation game (PULSE) on nursing students' experience and

	performance in life support training - A pilot study," <i>Nurse Educ. Today</i> , vol. 32, no. 6, pp. 714–720, Aug. 2012, doi: 10.1016/j.nedt.2011.09.013.
S53	S. Merilampi, K. Mulholland, V. Ihanakangas, J. Ojala, P. Valo, and J. Virkki, "A Smart Chair Physiotherapy Exergame for Fall Prevention - User Experience Study," Aug. 2019, doi: 10.1109/SeGAH.2019.8882482.
S54	M. Mortara, C. E. Catalano, G. Fiucci, and M. Derntl, "Evaluating the effectiveness of serious games for cultural awareness: The Icura user study," in <i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , Oct. 2014, vol. 8605, pp. 276–289, doi: 10.1007/978-3-319-12157-4_22.
S55	S. Arnab, A. Perttula, and M. Suominen, "Flow experience as a quality measure in evaluating physically activating serious games," in <i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , Oct. 2014, vol. 8605, pp. 200–212, doi: 10.1007/978-3-319-12157-4_16.
S56	C. Boletsis and S. McCallum, "Evaluating a gaming system for cognitive screening and sleep duration assessment of elderly players: A pilot study," in <i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , 2016, vol. 10056 LNCS, pp. 107–119, doi: 10.1007/978-3-319-50182-6_10.
S57	I. J. Pérez-Colado, V. M. Pérez-Colado, I. Martínez-Ortiz, M. Freire, and B. Fernández-Manjón, "A Scalable Architecture for One-Stop Evaluation of Serious Games," in <i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , Dec. 2020, vol. 12517 LNCS, pp. 69–78, doi: 10.1007/978-3-030-63464-3_7.
S58	S. De Freitas, G. Rebolledo-Mendez, F. Liarokapis, G. Magoulas, and A. Poulouvassilis, "Developing an evaluation methodology for immersive learning experiences in a virtual world," in <i>Proceedings of the 2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-GAMES 2009</i> , 2009, pp. 43–50, doi: 10.1109/VS-GAMES.2009.41.
S59	A. Petrasova, S. Czanner, A. Chalmers, J. V. Farrer, and D. Wolke, "The playability evaluation of virtual baby feeding application," in <i>2nd International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-GAMES 2010</i> , 2010, pp. 95–100, doi: 10.1109/VS-GAMES.2010.19.

S60	L. A. Malone <i>et al.</i> , “Active Videogaming in Youth with Physical Disability: Gameplay and Enjoyment,” <i>Games Health J.</i> , vol. 5, no. 5, pp. 333–341, Oct. 2016, doi: 10.1089/g4h.2015.0105.
S61	U. Diaz-Orueta, S. Alvarado, D. Gutiérrez, G. Climent, and F. Banterla, “‘Isla Calma’, a Novel Virtual Reality Environment for Pain and Anxiety Distraction: Report on Usability, Acceptability, and Subjective Experience,” <i>Games Health J.</i> , vol. 1, no. 5, pp. 353–361, Oct. 2012, doi: 10.1089/g4h.2012.0037.
S62	S. A. López, F. Corno, and L. De Russis, “Design and development of one-switch video games for children with severe motor disabilities,” <i>ACM Trans. Access. Comput.</i> , vol. 10, no. 4, Aug. 2017, doi: 10.1145/3085957.
S63	J. S. Tashiro and D. Dunlap, “The impact of realism on learning engagement in educational games,” in <i>Proceedings of the 2007 Conference on Future Play, Future Play '07</i> , 2007, pp. 113–120, doi: 10.1145/1328202.1328223.
S64	M. Suznjevic, L. Skorin-Kapov, and M. Matijasevic, “The impact of user, system, and context factors on gaming QoE: A case study involving MMORPGs,” 2013, doi: 10.1109/NetGames.2013.6820606.
S65	A. Kumar, P. Reddy, A. Tewari, R. Agrawal, and M. Kam, “Improving literacy in developing countries using speech recognition-supported games on mobile devices,” in <i>Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings</i> , 2012, pp. 1149–1158, doi: 10.1145/2207676.2208564.
S66	L. G. R. De Lima, A. De Lima Salgado, and A. P. Freire, “Evaluation of the user experience and Intrinsic motivation with educational and mainstream digital games,” Nov. 2015, doi: 10.1145/2824893.2824904.
S67	K. Collins, K. Kanev, and B. Kapralos, “Using games as a method of evaluation of usability and user experience in human-computer interaction design,” <i>Proc. 13th Int. Conf. Humans Comput.</i> , 2010, Accessed: Jun. 05, 2021. [Online]. Available: <a href="https://dl.acm.org/doi/10.5555/1994486.1994492">https://dl.acm.org/doi/10.5555/1994486.1994492</a> .
S68	S. Serret <i>et al.</i> , “Facing the challenge of teaching emotions to individuals with low- and high-functioning autism using a new Serious game: A pilot study,” <i>Mol. Autism</i> , vol. 5, no. 1, Jul. 2014, doi: 10.1186/2040-2392-5-37.
S69	M. Graafland, M. F. Vollebergh, S. M. Lagarde, M. Van Haperen, W. A. Bemelman, and M. P. Schijven, “A serious game can be a valid method to train

	clinical decision-making in surgery,” <i>World J. Surg.</i> , vol. 38, no. 12, pp. 3056–3062, 2014, doi: 10.1007/s00268-014-2743-4.
S70	A. Nakai, A. Pyae, M. Luimula, S. Hongo, H. Vuola, and J. Smed, “Investigating the effects of motion-based Kinect game system on user cognition,” <i>J. Multimodal User Interfaces</i> , vol. 9, no. 4, pp. 403–411, Dec. 2015, doi: 10.1007/s12193-015-0197-0.
S71	D. Cáliz, P. Ravivanpong, A. Schankin, J. Jadán-Guerrero, W. Caraguay, and L. Arellano, “Examining the usability of touchscreen gestures for adults with DS,” <i>Journal of Reliable Intelligent Environments</i> . Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, pp. 1–26, Jan. 30, 2021, doi: 10.1007/s40860-020-00122-1.
S72	J. Hernández Bécares, L. Costero Valero, and P. P. Gómez Martín, “An approach to automated videogame beta testing,” <i>Entertain. Comput.</i> , vol. 18, pp. 79–92, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.entcom.2016.08.002.
S73	A. Hellwig, K. Buschmann, and A. Burmann, “Designing digital games for people with cerebral palsy - a qualitative approach on fostering self-efficacy and therapy compliance,” Aug. 2020, doi: 10.1109/SeGAH49190.2020.9201773.
S74	R. C. Nascimento, A. Gil, T. Heitor, A. Tome, and H. Rua, “Computer game engines for accessibility assessment: The IST Alameda campus case-study,” 2013, doi: 10.1109/SeGAH.2013.6665322.
S75	K. S. Kim, Y. J. Lee, and D. N. Oh, “Development and testing of a serious game for the elderly (title: ‘Paldokangsan3’),” in <i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , 2016, vol. 9599, pp. 276–285, doi: 10.1007/978-3-319-40216-1_29.
S76	P. Bußwolder and A. Gebhardt, “Investigating motivation in gamification: Results from an experimental pilot study,” in <i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i> , 2017, vol. 10653 LNCS, pp. 95–104, doi: 10.1007/978-3-319-71940-5_9.
S77	S. Doukianou, P. Petridis, I. Dunwell, and J. Cooper, “A usability evaluation of game-based approaches assessing risk and delayed gratification,” Jan. 2014, doi: 10.1109/VS-Games.2014.7012028.

## Apéndice B: Estudios y resultados de los criterios de extracción.

ID	Criterios	Posibles respuestas	Núm . De estudios	Porcenta je	Estudios
<b>RQ1: ¿Qué características tienen los juegos que utilizan estándares o modelos de calidad?</b>					
EC1	Edad	Niños	10	13%	S08, S15, S18, S22, S23, S27, S31, S38, S41, S63
		Adolescente	8	10%	S04, S31, S32, S36, S41, S45, S57, S76
		Adultos	25	32%	S04, S13, S15, S17, S18, S24, S28, S31, S32, S33, S34, S35, S36, S40, S43, S44, S45, S46, S48, S51, S61, S63, S65, S69, S77
		Adultos mayores	9	12%	S06, S15, S31, S40, S56, S62, S63, S67, S68
		No especificado	40	52%	S01, S02, S03, S05, S07, S09, S10, S11, S12, S14, S16, S19, S20, S21, S25, S26, S29, S30, S37, S39, S42, S47, S49, S50, S51, S52, S53, S54, S55, S59, S60, S64, S66, S69, S70, S71, S72, S73, S74, S75
EC2	Jugadores	Individual	22	29%	S04, S06, S07, S13, S17, S19, S20, S21, S23, S26, S27, S28, S30, S31, S32, S33, S34, S37, S39, S53, S62, S67

		Múltiple	13	17%	S07, S08, S11, S16, S18, S20, S21, S23, S25, S26, S36, S39, S66
		No especificado	47	61%	S01, S02, S03, S05, S09, S10, S12, S14, S15, S22, S24, S29, S35, S38, S40, S41, S42, S43, S44, S45, S46, S47, S48, S49, S50, S51, S52, S54, S55, S56, S57, S59, S60, S61, S63, S64, S65, S68, S69, S70, S71, S72, S73, S74, S75, S76, S77
EC3	Juegos Serios	Si	39	51%	S04, S06, S13, S14, S15, S22, S28, S29, S30, S31, S32, S33, S34, S35, S36, S37, S39, S40, S41, S42, S43, S44, S49, S51, S54, S55, S56, S63, S65, S66, S67, S68, S70, S71, S72, S74, S75, S76, S77
		No	38	49%	S01, S02, S03, S05, S07, S08, S09, S10, S11, S12, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S23, S24, S25, S26, S27, S38, S45, S46, S47, S48, S50, S52, S53, S57, S58, S59, S60, S61, S62, S64, S69, S73
EC4	Género	Acción	4	5%	S08, S20, S26, S28
		Aventuras	6	8%	S20, S26, S27, S28, S65, S77
		Educativo	17	22%	S04, S13, S17, S22, S23, S24, S27, S28, S30, S31, S32, S34, S41, S44, S49, S51, S54
		Conducción	1	1%	S28

		Juego de rol (RPG)	2	3%	S13, S25
		Simulación	14	18%	S07, S12, S14, S30, S32, S46, S49, S56, S61, S62, S64, S71, S72, S73
		Deporte	4	5%	S06, S07, S40, S76
		Salud	15	19%	S06, S15, S24, S31, S33, S35, S36, S37, S39, S40, S48, S54, S63, S76, S77
		Estrategia	4	5%	S12, S18, S20, S29
		No especificado	30	39%	S01, S02, S03, S05, S09, S10, S11, S16, S19, S21, S37, S38, S42, S43, S45, S47, S50, S52, S55, S57, S58, S60, S66, S67, S68, S69, S70, S71, S74, S75
		Otros	7	9%	S07, S12, S17, S18, S37, S53, S59
EC5	Entorno de implementación	Presencia social	4	5%	S18, S30, S31, S32
		Realidad mixta	5	6%	S07, S20, S23, S26, S68
		Ambiente virtual	6	8%	S07, S17, S20, S23, S72, S77
		2D/3D	24	31%	S07, S17, S23, S26, S30, S32, S33, S34, S35, S36, S43, S44, S46, S49, S51, S53, S56, S57, S62, S64, S65, S67, S73, S75
		Conocimiento de la ubicación	1	1%	S20
		Movilidad	4	5%	S06, S20, S62, S76

		En línea	21	27%	S07, S08, S10, S11, S12, S13, S14, S16, S18, S19, S21, S23, S25, S26, S29, S37, S39, S40, S41, S54, S61
		Móvil	11	14%	S01, S02, S07, S14, S16, S18, S19, S21, S27, S48, S53
		No especificado	28	36%	S03, S04, S05, S09, S15, S22, S24, S28, S38, S42, S45, S47, S50, S52, S53, S55, S27, S28, S29, S60, S61, S63, S66, S68, S69, S70, S71, S74
EC6	Subsistemas cognitivos interactivos	Visual	10	13%	S06, S07, S17, S18, S22, S30, S31, S32, S33, S34
		Articulatorio (táctil)	23	30%	S01, S02, S04, S07, S08, S09, S11, S12, S13, S14, S16, S18, S19, S20, S22, S23, S24, S25, S26, S28, S31, S39, S48
		Acústico	6	8%	S07, S14, S18, S27, S29, S40
		Estado corporal	12	16%	S06, S07, S17, S20, S35, S37, S39, S40, S62, S67, S68, S765
		No especificado	36	47%	S03, S05, S10, S15, S21, S36, S38, S41, S42, S44, S45, S46, S47, S49, S50, S51, S52, S53, S54, S55, S56, S57, S58, S59, S60, S61, S63, S64, S65, S66, S69, S70, S71, S72, S73, S75
		Otro	3	4%	S43, S74, S77
<b>RQ2: ¿Qué estándares o modelos de calidad se han creado para evaluar los videojuegos?</b>					

EC7	Estándar	ISO/IEC 25010	2	3%	S03, S44
		ISO/IEC 9126	2	3%	S02, S50
		IEEE 730 - 2014	0	0%	
		ISO/IEC 25040	0	0%	
		ISO/IEC 14598	0	0%	
		Ninguno	61	79%	S01, S04, S05, S06, S07, S08, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32, S33, S34, S35, S37, S38, S39, S41, S42, S43, S45, S46, S47, S48, S52, S53, S54, S57, S58, S60, S61, S62, S63, S64, S65, S66, S67, S68, S69, S70, S71, S73, S74, S75, S76, S77
Otros	8	10%	S02, S03, S09, S10, S12, S41, S44, S59		
EC8	Modelos de calidad	MOS	3	4%	S11, S12, S53
		GQE	2	3%	S12, S28
		Cuestionarios	16	31%	S32, S37, S40, S54, S56, S61, S62, S63, S65, S66, S67, S68, S72, S73, S76, S77
		Ninguno	33	43%	S01, S02, S04, S05, S06, S07, S08, S17, S18, S20, S21, S22, S24, S25, S26, S27, S29, S31, S33, S34, S35, S36, S38, S39, S41, S48, S50, S52, S55, S57, S59, S60, S64

		Otros	28	36%	S03, S09, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S19, S23, S30, S35, S37, S40, S42, S43, S44, S45, S46, S47, S49, S51, S58, S69, S70, S71, S74, S75
EC9	Características de calidad de ISO/IEC 25010	Adecuación funcional	3	4%	S03, S04, S50
		Eficiencia de desempeño	4	5%	S01, S10, S12, S17
		Compatibilidad	0	0%	
		Usabilidad	41	53%	S01, S02, S06, S07, S08, S09, S10, S15, S17, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S27, S28, S29, S31, S32, S33, S34, S35, S39, S40, S41, S43, S44, S45, S46, S47, S51, S59, S63, S64, S66, S67, S68, S73, S75, S77
		Fiabilidad	4	5%	S10, S15, S50, S58
		Seguridad	0	0%	
		Mantenibilidad	2	3%	S03, S50
		Portabilidad	3	4%	S03, S05, S19
		Otros	47	61%	S03, S06, S07, S09, S10, S11, S12, S19, S20, S23, S25, S26, S29, S30, S32, S33, S35, S36, S37, S38, S41, S42, S45, S46, S49, S51, S52, S54, S55, S56, S57, S58, S59, S60, S61, S62, S65, S66, S68, S69, S70, S71, S72, S73, S74, S76, S77

**RQ3: ¿Cómo se han abordado los estudios de estándares de calidad que se apoyan en los videojuegos?**

EC10	Tipo de validación	Análisis	12	16%	S14, S15, S24, S26, S43, S44, S45, S46, S47, S55, S63, S71
		Diseño	15	19%	S02, S12, S15, S16, S17, S26, S33, S42, S46, S51, S55, S62, S64, S65, S67
		Implementación	14	18%	S03, S05, S07, S12, S15, S17, S18, S33, S35, S47, S51, S57, S62, S67
		Pruebas	70	91%	S01, S03, S04, S06, S07, S08, S09, S10, S11, S12, S13, S15, S16, S17, S19, S20, S21, S22, S23, S25, S27, S28, S29, S30, S31, S32, S33, S34, S35, S36, S37, S38, S39, S40, S41, S42, S43, S44, S45, S47, S48, S49, S50, S51, S52, S53, S54, S55, S56, S57, S58, S59, S60, S61, S62, S63, S64, S65, S66, S67, S68, S69, S70, S71, S72, S73, S74, S75, S76, S77
		Prueba de conceptos	1	1%	S24
		Encuesta	20	26%	S20, S25, S35, S38, S39, S41, S42, S43, S44, S45, S46, S51, S53, S56, S58, S61, S62, S63, S65, S74
		Experimentar	42	55%	S01, S06, S08, S27, S28, S30, S31, S32, S33, S34, S35, S37, S38, S40, S41, S42, S43, S44,

					S45, S46, S47, S48, S50, S51, S52, S54, S56, S59, S62, S63, S65, S66, S67, S68, S69, S70, S72, S73, S74, S75, S6, S77
		Cuasi experimento	3	4%	S09, S18, S23
		Prototipo	2	3%	S33, S60
		Caso de estudio	28	36%	S02, S03, S04, S05, S07, S10, S12, S13, S14, S15, S16, S19, S20, S21, S22, S24, S26, S29, S32, S33, S35, S39, S49, S53, S55, S57, S64, S71
		Otros	4	5%	S02, S11, S17, S25
EC11	Alcance del enfoque	Industria	10	13%	S05, S13, S14, S19, S26, S31, S39, S54, S56, S57
		Academia	70	91%	S01, S02, S03, S04, S06, S07, S08, S09, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S27, S28, S29, S30, S32, S33, S34, S35, S36, S37, S38, S39, S40, S41, S42, S43, S44, S45, S46, S47, S48, S49, S50, S51, S52, S53, S55, S58, S59, S60, S61, S62, S63, S64, S65, S66, S67, S68, S69, S70, S71, S72, S73, S74, S75, S76, S77
EC12	Metodología	Nuevo	64	83%	S01, S02, S03, S04, S05, S06, S07, S09, S10, S11, S12, S13, S14, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S32, S33, S35, S36,

					S37, S38, S40, S41, S42, S43, S44, S45, S46, S50, S51, S52, S53, S54, S55, S57, S59, S60, S62, S63, S64, S65, S66, S67, S68, S69, S70, S71, S72, S73, S74, S75, S76, S77
		Extensión	13	17%	S08, S15, S16, S17, S31, S34, S39, S47, S48, S49, S56, S58, S61

## Apéndice C: Usuario persona

# Alfonso

80 años, Cuenca, Ecuador  
Casado  
Tiene 3 hijos y 6 nietos



### OBJETIVOS Y NECESIDADES

- Trabajar su memoria a corto y largo plazo, para recordar siempre a su familia.
- Aprender a usar tecnología, principalmente para mantenerse en contacto con sus hijos y nietos.

### FRUSTRACIONES

- Perder la memoria y recuerdos de su vida.
- No sentir mejoras con métodos tradicionales para estimulación de memoria a corto plazo.

### COMPORTAMIENTO

Alfonso es una persona muy social que siempre esta dispuesto a aprender, posee una discapacidad visual del 25% por lo cual utiliza lentes y una discapacidad auditiva del 20%, utilizando un audifono que le ayuda a escuchar mejor. No tuvo acceso a la educación formal, pero aprendió a leer y escribir de manera autodidacta.

"TEN UNA IDEA CLARA DE TU FUTURO Y APROVECHA EL TIEMPO PARA HACERLO REALIDAD"

Figura A1. Perfil Usuario Persona

## Apéndice D: Método SG-QUAM

El método SG-QUAM tiene como objetivo evaluar la calidad de juegos serios orientados a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria. Este método está desarrollado bajo el lenguaje de meta-modelado Software and System Process Engineer Method (SPEM 2.0) creado por Object Management Group (OMG), y basado en Meta Object Facility (MOF) y en Uniform Model Language (UML).

## 1. Contexto

El método propuesto permite a los ingenieros de calidad de software evaluar aplicaciones de juegos serios que tienen como objetivo la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria. Este permitirá evaluar la usabilidad desde el punto de vista de la calidad del juego serio como producto de software y desde el punto de vista del usuario final. Esta metodología está alineada con el estándar ISO/IEC 25040, que propone un proceso de referencia para la evaluación de productos de software.

## 2. Método propuesto

El método de evaluación de juegos serios está alineado con la norma ISO/IEC 25040, que define el proceso para realizar la evaluación de un producto software (ISO/IEC 25040, 2011) Aquí se describen cada una de las cinco fases: i) Establecer el requisito de evaluación, ii) especificar la evaluación, iii) diseñar la evaluación, iv) ejecutar la evaluación, y v) concluir la evaluación. El método se puede ver en la Figura 1.

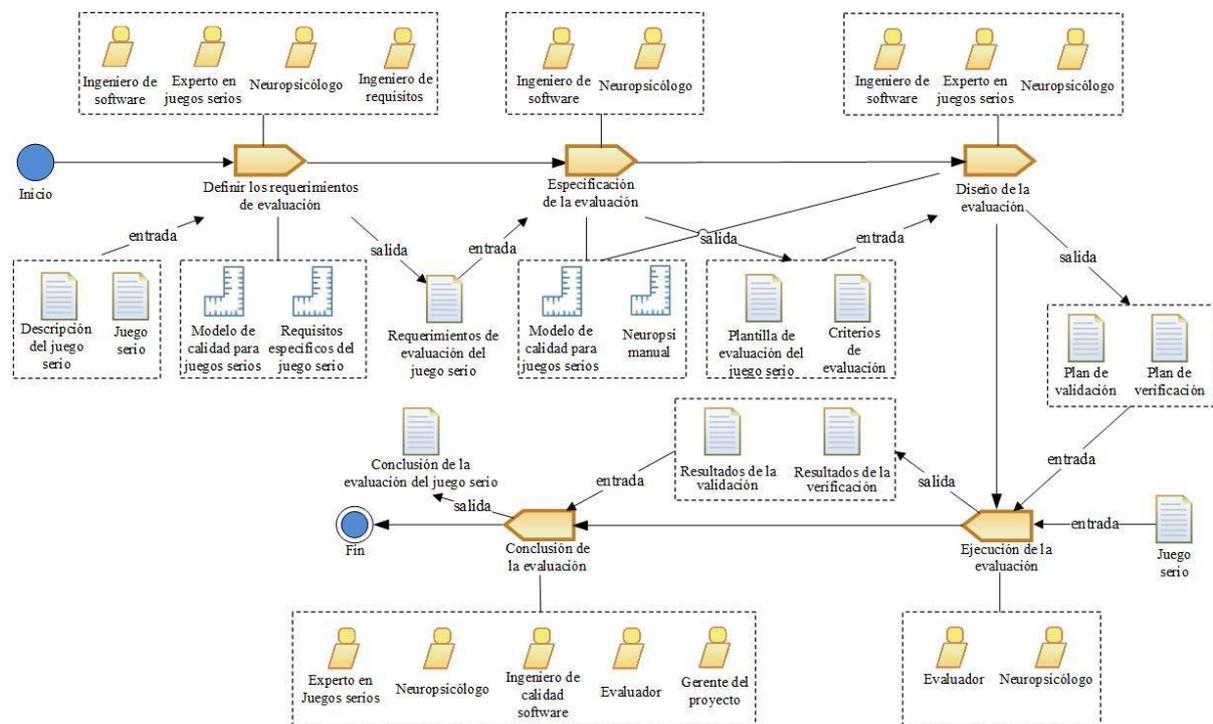
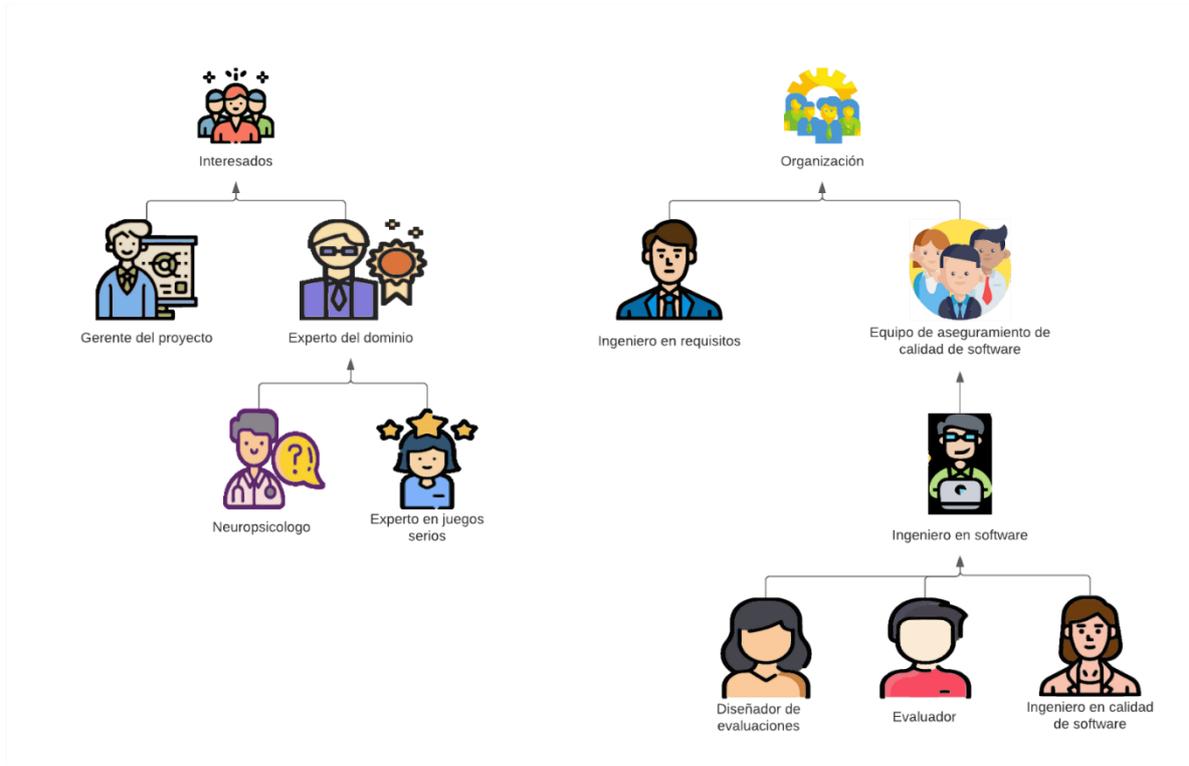


Figura 1: Método de evaluación de la calidad SG-QUAM. Fuente: Elaboración propia.

En cada una de estas fases, existe la interacción de los siguientes roles (Figura 2).

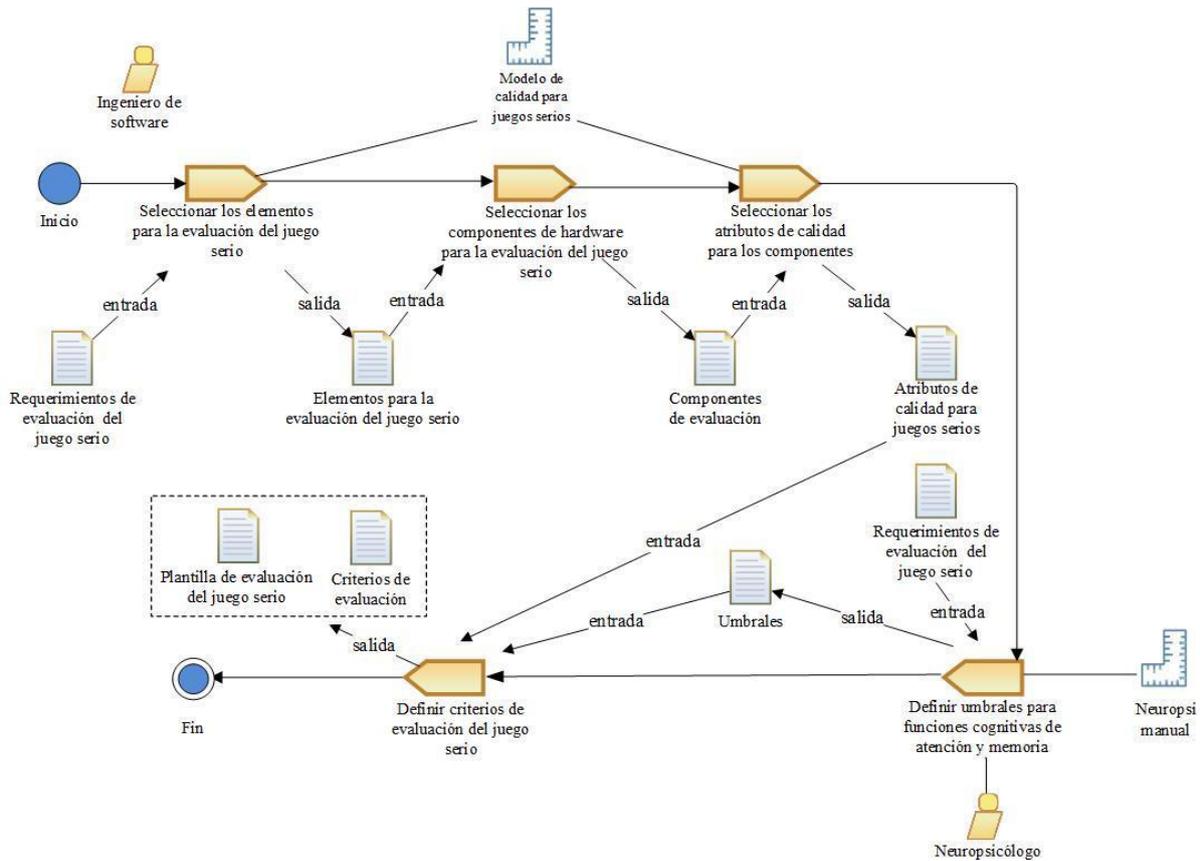


**Figura 2:** Diagrama de roles. Fuente: Elaboración propia.

Además, cada artefacto y guía observada en la Figura 1 y relacionado a la fase de especificación de la evaluación, se explica a detalle a continuación:

## 2.1 Fase de especificación de la evaluación

La segunda fase permite generar de manera teórica, lo que se tiene que evaluar en el juego serio. En esta intervienen dos roles, dos guías de entrada y obtenemos dos artefactos de salida (Ver Figura 4).



**Figura 4:** Fase de especificación de la evaluación. Fuente: Elaboración propia.

De forma específica, esta fase está compuesta por cinco tareas: i) Seleccionar los elementos del juego serio para su evaluación, ii) Seleccionar los componentes de hardware para la evaluación del juego serio, iii) Seleccionar los atributos de calidad para los elementos del juego, iv) Definir umbrales para funciones cognitivas de atención y memoria, v) Definir los criterios de evaluación del juego serio. Las entradas principales para el desarrollo de estas actividades son: el artefacto de requerimientos de evaluación del juego serio; modelo de calidad para juegos serios; manual de neuropsi. Y como salida se obtiene la plantilla de evaluación y los criterios de evaluación para juegos serios.

En cada una de las tareas, tiene la participación de uno o un grupo de ingenieros de software, a excepción de la tarea de definir los umbrales para funciones cognitivas de atención y memoria, en la que participa el rol del neuropsicólogo.

### Guías relacionadas en la fase de especificación de la evaluación

Dentro de esta fase se hace uso de: documento de Requerimientos de evaluación para juegos serios, modelo de calidad para juegos serios y además de la siguiente guía detallada a continuación:

#### *Manual Neuropsi*

Contiene una estandarización e índices fidedignos para realizar diagnósticos tempranos o predictivos de alteraciones en funciones cognitivas de atención y memoria. Estos índices son independientes en pruebas de a) atención, b) memoria y c) puntuación total de atención y memoria

## Artefactos obtenidos en la fase de especificación de la evaluación

### *Componentes de software para la evaluación del juego serio*

Este artefacto va a contener los componentes software elegidos de acuerdo al artefacto de requerimientos de evaluación. De acuerdo a, un componente es un artefacto de software autocontenido y claramente identificable que describe o ejecuta funciones específicas; que tiene una interfaz claramente establecida y una documentación apropiada.

### *Componentes de evaluación*

Este documento detalla tanto los componentes de software y los componentes de hardware que están directamente relacionados con los componentes de software y son necesarios para su correcto funcionamiento.

### *Atributos de calidad para juegos serios.*

Este artefacto contiene los atributos predefinidos en el modelo de calidad para juegos serios, sean estos para usabilidad, portabilidad (calidad de producto) y/o satisfacción (calidad en uso); cada uno de estos atributos tiene umbrales definidos. Estos atributos deben ser elegidos en relación a los componentes de evaluación seleccionados.

### *Umbrales*

Este documento, indica los rangos a considerar para la evaluación de funciones cognitivas de atención y memoria.

### *Plantilla de evaluación de juegos serios*

Este artefacto contiene los componentes que se van a evaluar, y por cada componente que atributos de calidad se van considerar. Además de la forma en la que se va a evaluar las funciones cognitivas. Teniendo en cuenta que este especifica la evaluación de manera teórica.

### *Criterios de evaluación*

Este documento contiene los rangos de importancia para cada uno de los atributos de calidad y umbrales para las funciones cognitivas, por ejemplo, si el requerimiento que indica que la interfaz sea atractiva para el usuario no es muy relevante, esta puede tener un criterio de prioridad bajo, lo que indica que el resultado del mismo no tendrá mucho peso en la evaluación del juego serio.

## Apéndice E: Descripción del juego serio Memory Matrix Game

### 1. Introducción

Este documento tiene como propósito la definición de la estructura y el funcionamiento del juego serio llamado Matrix Memory Game, que tiene como objetivo entrenar la atención y la memoria a corto plazo del adulto mayor. En definitiva, en este documento se especifican las características del sistema y los actores involucrados.

#### 1.1. Objetivos

- El juego permite entrenar la memoria a corto plazo del adulto mayor.
- Entretener al adulto mayor.

# UCUENCA

- Mejorar las habilidades del adulto mayor.
- Disminuir la demencia que presentan una gran parte de los adultos mayores.

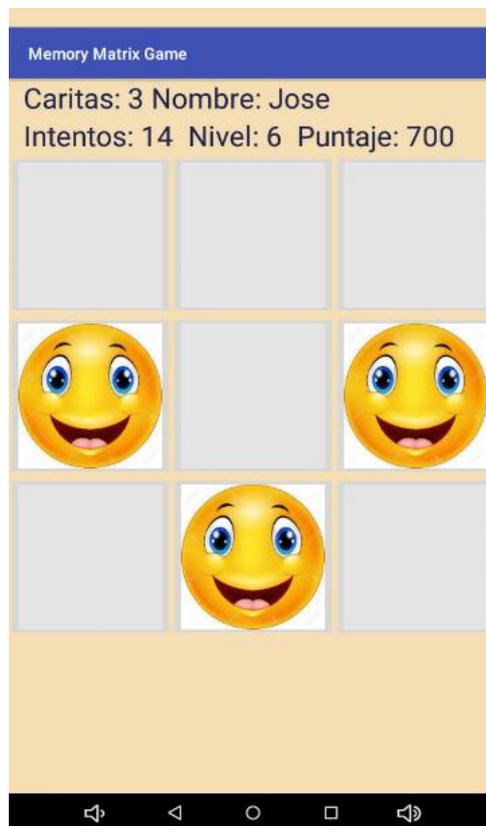
## 1.2. Características del producto de software

El juego de memoria ha sido desarrollado para dispositivos móviles y se conforma de los siguientes elementos:

- Título
- Caja de información
- Caja de selección
- Notificación

Este juego consiste en:

1. En la pantalla se muestran el número de caras que se deben encontrar, el nombre del jugador, el nivel y el puntaje.
2. En la caja de selección se muestra un determinado número de caras, el usuario debe recordar en qué posición se encuentran.
3. Después de un tiempo desaparecen las caras para que el usuario pulse las casillas donde se encontraban las caras.
4. Cuando el jugador encuentra todas las caras, consigue pasar al siguiente nivel, donde se incrementa la dificultad.



## Apéndice F: Método MoSCow

### Sección F: Descripción

El método MoSCoW, sirve para destacar la importancia de los requisitos, esto permite enfocar los trabajos de desarrollo de una manera más eficiente. El rigor que presenta esta metodología, se presenta a continuación:

Etiqueta	Significado	Descripción
M	Debe tener	Para requisitos funcionales y obligatorios que deben ser cumplidos necesariamente para el éxito del proyecto.
S	Debería tener	Indica que los requisitos deberían ser cumplidos en la medida de lo posible. El éxito del proyecto no depende directamente de estos requerimientos, pueden tener una solución temporal y/o al momento de ser necesario.
C	Podría tener	Usado para requerimientos que son interesantes que se incluyan. Estos deberían ser evaluados en caso de disponer del tiempo y presupuesto. Estos tienen la opción de mejorar el valor del producto de software.
W	No tendrá esta vez	Define que los requisitos serán descartados de momento, pero pudieran ser evaluados en un futuro y ser recalificados en una de las categorías anteriores.

## Apéndice G: Modelo de calidad en producto versión simplificada para el entrenamiento del experimento

Característica	Sub-característica	Sub-sub-característica	Atributo	Significado	Métrica	Referencia
	1.3 Operabilidad	Personalización	Personalización de las funciones	¿Qué cantidad de funciones y procedimientos operacionales que puede personalizar el usuario de juegos serios?	$X = A / B$ A = número de funciones y procedimientos operativos que pueden ser personalizados a conveniencia del usuario. B = número de funciones y procedimientos operativos que	ISO/IEC 25023.

					podrían beneficiar en la personalización. X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	
	1.5 Accesibilidad		Accesibilidad para usuarios con discapacidad física	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad física limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	X = A / B A = número de funciones que pueden utilizar con éxito usuarios con discapacidad física. B = número total de funciones implementadas X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
			Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad auditiva limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	X = A / B A = número de funciones que puede utilizar el usuario con discapacidad auditiva. B = número de funciones implementadas X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
1. Usabilidad			Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad visual limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	X = A / B A = Número de funciones utilizables por usuarios con discapacidad visual. B = número de	ISO/IEC 25023.

					funciones implementadas X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	
	1.6 Estetica		Legibilidad	¿Cuántas interfaces siguen los principios de legibilidad en cuanto a texto, color y fuente?	X = A / B A = número de interfaces de usuario de acuerdo con los principios de legibilidad. B = número de interfaces de usuario X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
			Simplicidad de la interfaz	¿La interfaz contiene solo los elementos que son necesarios?	X = A / B A = número de interfaces de usuario con diseño minimalista B = número de interfaces de usuario X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
			Diseño de la interfaz	¿Qué proporción de interfaces utilizan el espacio, color y texto correctamente ?	X = A / B A = número de interfaces de usuario de acuerdo con los principios de diseño de pantalla B = número de interfaces de usuario X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.

## Apéndice H: Modelo de calidad de uso versión simplificada para el entrenamiento del experimento

Característica	Sub-característica	Sub-sub-característica	Atributo	Significado	Métrica	Referencia
1. Usabilidad	1.3 Satisfacción	1.3.1 Jugabilidad	Función de ayuda	¿El juego cuenta con una función de ayuda?	X=A/B A: Número de funciones que cuentan con ayuda. B: Número total de funciones del juego serio. $0 \leq X \leq 1$ Donde X más cercano a 1 es el mejor valor.	ISO/IEC,25022.
			Inmersión	¿El juego fomenta la implicación del usuario?	Cuestionario	[2]
		1.3.2 Contenido	Equilibrio del juego	¿El desafío, la estrategia y la historia son equilibrados?	Cuestionario	ISO/IEC,25022.
		1.3.3 Diseño	Formato del texto	¿El formato de la letra es el adecuado para el jugador?	X=A/B A: número de interfaces de usuario con un formato de letra adecuado B: número de interfaces de usuario X más cercano a 1 mejor	ISO/IEC,25022.

## Apéndice I: Descripción del ejercicio de entrenamiento.

### Serious Game Quality Assessment Method (SG-QUAM)

\*\* El formato de hora puede ser de 24h o 12h

Hora de inicio del ejercicio:

En primer lugar, queremos agradecer su participación en el presente ejercicio. Para empezar, por favor complete los datos que se piden a continuación.

<b>Nombres</b>	Vanessa
<b>Apellidos</b>	Romero
<b>Por favor, indique si es estudiante universitario, egresado o graduado</b>	Egresado
<b>Estudios (ya sea en curso o culminados)</b>	Ingeniería en sistemas

### Objetivos del método

El método propuesto SG-QUAM permite a los ingenieros de calidad de software evaluar la calidad de producto y calidad en uso de un juego serio. Un juego serio busca entretener y a la vez alcanzar un objetivo, mismo que puede estar relacionado con educación, salud, comunicación, entre otros. El objetivo de SG-QUAM es evaluar juegos serios relacionados con el entrenamiento de las funciones cognitivas de atención y memoria. Esta metodología está alineada con el estándar ISO/IEC 25040, que propone un proceso de referencia para la evaluación de productos de software. La información del método se encuentra especificada en el *Apéndice B*.

### Objetivo del ejercicio.

Este ejercicio tiene como objetivo evaluar una de las etapas del método SG-QUAM; esta es la etapa de especificación de la evaluación. Se ha seleccionado la evaluación de esta etapa debido a que de esta depende el correcto desarrollo de las siguientes tres fases (diseño, ejecución y conclusión de la evaluación). Además, de incluir tareas que relacionan ingenieros de software y neuropsicólogos.

### Guías y artefactos

A continuación, se describen los documentos adjuntos que serán necesarios a lo largo del experimento.

- *Descripción del método SG-QUAM (Apéndice B)*

En este documento se encuentra detallado como se lleva a cabo cada una de las cinco etapas planteadas para realizar la evaluación de calidad de juegos serios; además, los artefactos y guías necesarios para realizar cada una de las tareas especificadas.

# UCUENCA

- *Descripción del juego serio (Apéndice C)*

Este documento contiene la estructura, funcionamiento y diseño del juego serio llamado Matrix Memory Game.

- *Método MoSCoW (Apéndice F)*

En este documento se describe el método MoSCoW; que es una técnica de priorización utilizada para establecer el rigor de la evaluación.

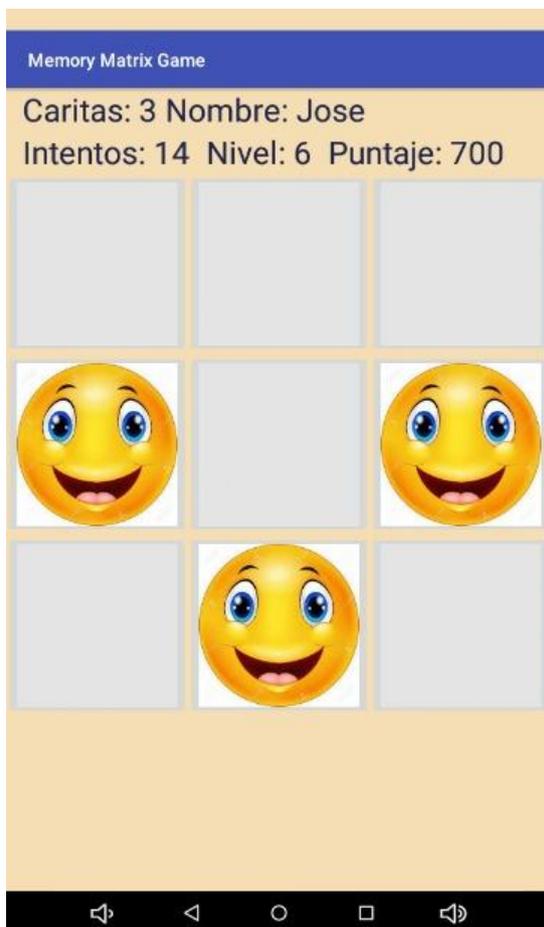
- *Modelo de calidad de producto y de uso. (Apéndice E, Apéndice F)*

Este documento contiene una recopilación de las características, subcaracterísticas, atributos y métricas necesarias para evaluar la usabilidad y la portabilidad de un juego serio como producto de software, así como también su calidad en uso.

## Problema planteado para la evaluación del método

Para la evaluación del método SG-QUAM considere el siguiente problema:

Se desea evaluar la calidad del juego Matrix Memory Game con respecto a la usabilidad, portabilidad y calidad en uso. Este juego está orientado al adulto mayor, donde el usuario debe recordar las posiciones en las que aparecen unas caritas felices; se puede ver la interfaz del juego en la Figura 1. Una descripción del juego se presenta en el *Apéndice C*.



**Figura 1.** Matrix Memory Game.

De la **fase de establecimiento de requisitos de la evaluación**, se obtiene la siguiente información:

**Requisitos de calidad:**

- El juego debe incluir criterios de accesibilidad para adultos mayores con ceguera leve mediante una interfaz gráfica de usuario bien establecida.
- El juego presenta una interfaz de usuario sencilla para que sea fácil de entender y manejar para los usuarios del sistema.
- Las imágenes incluidas en el juego deben ser claras y del tamaño adecuado.
- El juego presenta un sistema de ayuda para facilitar la interacción con los usuarios.

- **El módulo y rigor de evaluación.**

Módulo	Rigor
Memory Matrix Game	M

## Tareas Previas:

1. Descargar e instalar el .apk del juego desde el siguiente enlace: <https://bit.ly/3e1BNFU>
2. Utilizar el juego.

## Pasos para la evaluación de la fase de especificación

### Paso 1: Seleccionar los elementos del módulo para la evaluación del juego serio

**Tarea.** Seleccione los elementos del juego a ser evaluados, para el cual usted debe utilizar el Apéndice C.

Hora de inicio:

Módulo	Elementos
Memory Matrix Game	Título
	Caja de información
	Caja de selección
	Notificación

Hora de fin:

## Paso 2: Seleccionar componentes de hardware para la evaluación del juego serio

**Tarea.** Seleccione el/los componente/s de hardware que serán necesarios para realizar la evaluación.

Hora de inicio:

Componente	Necesario
Televisión (smart TV)	
Computador	
Dispositivo móvil (tablet, smartphone)	X

Hora de fin:

## Paso 3: Seleccionar los atributos de calidad para los elementos

**Tarea 1.** Considerando los pasos anteriores, seleccione con una X los atributos de usabilidad para **calidad de producto** que se deben evaluar. Usted debe guiarse en el *Apéndice E* se presenta el modelo de calidad de producto y en los **Requisitos de calidad (página 3)**.

Hora de inicio:

Atributo de calidad de producto	Incluir
Diseño de la interfaz	X
Legibilidad	X
Simplicidad de la interfaz	X
Personalización de las funciones	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad física	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	X

Hora de fin:

**Tarea 2.** Con base en los pasos anteriores, seleccione con una X los atributos de usabilidad de **calidad en uso** que se deben evaluar. Para esto debe guiarse en el modelo de calidad en

uso proporcionado en los documentos adjuntos (*Apéndice F*) y en los **Requisitos de calidad** (página 3).

Hora de inicio:

Atributo de calidad en uso	Incluir
Funciones de ayuda	X
Equilibrio del juego	
Inmersión	
Formato del texto	X

Hora de fin:

#### Paso 4: Definir criterios de evaluación del juego serio

##### Tarea.

1. En la primera columna de la tabla coloque los atributos de calidad (de producto y en uso) que usted seleccionó en el *Paso 3 (Tarea 1 y Tarea 2)*.
2. En la segunda fila coloque los elementos que seleccionó en el *Paso 1*.
3. Coloque el rigor de los atributos en relación a los elementos del juego. En caso de que un atributo de calidad no se pueda utilizar para evaluar un elemento, indique esto colocando un guion (-). Para definir el rigor debe de utilizar el método de MoSCoW que tiene las siguientes categorías de priorización:
  - M: Debe tener.
  - S: Debería tener.
  - C: Podría tener.
  - W: No tendrá esta vez.

Si desea más información sobre el método MoSCoW, por favor revise el Apéndice d.

\*\* Nota: Usted puede agregar las columnas y filas que considere necesarias.

Hora de inicio:

Atributos de calidad	Elementos del juego			
	Título	Caja de información	Caja de selección	Notificación
Diseño de la interfaz	W	M	M	M

Legibilidad	W	M	M	M
Simplicidad de la interfaz	W	M	M	M
Coherencia entre texto y multimedia	W	M	M	M
Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	W	M	M	M
Funciones de ayuda	-	-	M	C
Formato del texto	W	M	M	M
Claridad de los objetivos	W	M	M	M

Hora de fin:

## Finalización del ejercicio.

Para finalizar, por favor cargue este documento con el siguiente formato de nombre “EN\_NOMBRE\_APELLIDO”, ejemplo: “EN\_Vanessa\_Romero” y en formato **PDF**, luego lo almacena en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3oSkZrf>

Por favor llene la siguiente encuesta: <https://forms.gle/MqhtTB9puUnQXpZh6>

Muchas gracias por su colaboración.

## Apéndice H: Descripción del juego serio “juego de pares”.

### 1. Descripción General

El juego serio de pares entrena las funciones cognitivas de atención y memoria a corto plazo con el fin de disminuir el efecto de la demencia leve que tiene la gran mayoría de los adultos mayores.

#### 1.1. Objetivos

- El juego permite entrenar la memoria a corto plazo del adulto mayor.
- Entrenar la atención del adulto mayor.
- Entretener al adulto mayor.
- Mejorar las habilidades cognitivas del adulto mayor.
- Disminuir la demencia que presentan una gran parte de los adultos mayores.

#### 1.2. Características del producto de software

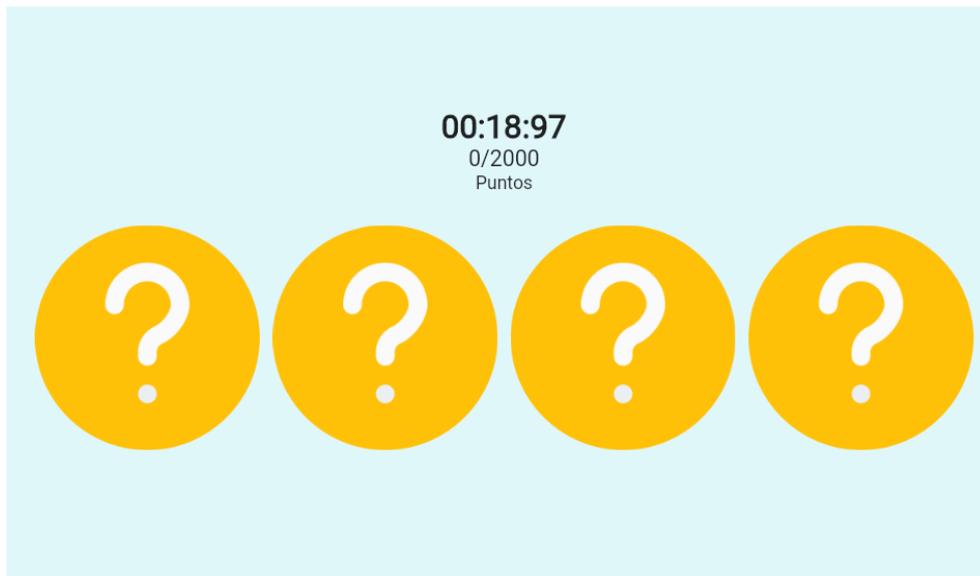
El juego de pares ha sido desarrollado para ser utilizado en la web y se conforma de los siguientes elementos:

- Temporizador
- Puntuación

- Figuras

Este juego consiste en:

- En la pantalla se muestran las diferentes figuras con el objetivo de que el usuario recuerde en qué posición está cada una para posteriormente hacer parejas.
- Después de un tiempo, las figuras desaparecen y solo quedan círculos con signos de interrogación, y el temporizador empieza a contar.
- Cuando sucede lo anterior, el usuario debe recordar dónde estaba cada figura para ir seleccionando las parejas, cada vez que el usuario encuentra una pareja, aparece el círculo en azul.
- Cuando el jugador encuentra todas las parejas, consigue pasar al siguiente nivel, donde se incrementa la dificultad.



## Apéndice J: Modelo de calidad en producto versión simplificada para el desarrollo del experimento

Característica	Sub-característica	Sub-sub-característica	Atributo	Significado	Métrica	Referencia
	1.5 Accesibilidad		Accesibilidad para usuarios con discapacidad cognitiva	¿En qué medida pueden los usuarios con capacidad cognitiva limitada utilizar con éxito el sistema?	$X = A / B$ A = número de funciones que pueden utilizar con éxito usuarios con discapacidad cognitiva. B = número de funciones implementadas X [0,1], cuanto más	ISO/IEC 25023.

1. Usabilidad					cerca de 1 mejor.	
			Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad auditiva limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	X = A / B A = número de funciones que puede utilizar el usuario con discapacidad auditiva. B = número de funciones implementadas X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
			Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con una capacidad visual limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	X = A / B A = Número de funciones utilizables por usuarios con discapacidad visual. B = número de funciones implementadas X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
	1.6 Estética		Simplicidad de la interfaz	¿La interfaz contiene solo los elementos que son necesarios?	X = A / B A = número de interfaces de usuario con diseño minimalista B = número de interfaces de usuario X [0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
			Apariencia estética	¿Hasta qué punto son aceptables las interfaces de usuario?	X = A / B A = número de interfaces de usuario aceptable y de apariencia atractiva B = número	ISO/IEC 25023.

					de interfaces de usuario $X [0,1]$ , cuanto más cerca de 1 mejor.	
<b>2. Portabilidad</b>	2.1 Adaptabilidad		Entorno operacional	¿El juego serio es capaz de adaptarse a diferentes entornos operacionales?	$X=1-A/B$ A= número de funciones que no se completaron o no fueron suficientes para cumplir con los requisitos durante las pruebas operacionales con un entorno de usuarios B= Número de funciones que fueron probadas en diferentes entornos de operación	ISO/IEC 25023

## Apéndice J: Modelo de calidad en uso versión simplificada para el desarrollo del experimento

Característica	Sub-característica	Sub-sub-característica	Atributo	Significado	Métrica	Referencia
	1.1 Efectividad	1.1.2 Efectividad de los objetivos	Claridad del objetivo	¿El juego proporciona objetivos claros y los jugadores pueden alcanzarlo?	$X = A / B$ A = número de objetivos del juego serio B = número total de objetivos del juego serio $X [0,1]$ cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC,25022.
<b>1. Usabilidad</b>	1.3 Satisfacción	1.3.1 Jugabilidad	Función de ayuda	¿El juego cuenta con	$X=A/B$ A: Número	ISO/IEC,25022.

			una función de ayuda?	de funciones que cuentan con ayuda. B: Número total de funciones del juego serio. $0 \leq X \leq 1$ Donde X más cercano a 1 es el mejor valor.	
			Socialización	¿Qué cantidad de usuarios potenciales que eligen usar el sistema en un entorno colaborativo?	X=A/B A: Número de veces que el juego es usado en un entorno colaborativo. B: Número de veces que el juego es usado. [1]: Playability as Extension of Quality in Use in Video Games
		1.3.3 Diseño	Diseño de las interfaces de usuario	¿El diseño de las interfaces de usuario es agradable en apariencia?	X=A/B A: Número de interfaces de usuario agradables en apariencia. B: Número de interfaces de usuario X más cercano a 1 mejor ISO/IEC,25022.

## Apéndice K: Descripción del ejercicio para el desarrollo del experimento.

### Serious Game Quality Assessment Method (SG-QUAM)

\*\* El formato de hora puede ser de 24h o 12h

Hora de inicio del ejercicio:

En primer lugar, queremos agradecer su participación en el presente ejercicio. Para empezar, por favor complete los datos que se piden a continuación.

<b>Nombres</b>	
<b>Apellidos</b>	
<b>Por favor, indique si es estudiante universitario, egresado o graduado</b>	
<b>Estudios (ya sea en curso o culminados)</b>	

## Objetivos del método

El método propuesto SG-QUAM permite a los ingenieros de calidad de software evaluar la calidad de producto (usabilidad y portabilidad) y calidad en uso de un juego serio. Un juego serio busca entretener y a la vez alcanzar un objetivo, mismo que puede estar relacionado con educación, salud, comunicación, entre otros. El objetivo de SG-QUAM es evaluar juegos serios relacionados con el entrenamiento de las funciones cognitivas de atención y memoria. Esta metodología está alineada con el estándar ISO/IEC 25040, que propone un proceso de referencia para la evaluación de productos de software. La información del método se encuentra especificada en el *Apéndice B*.

## Objetivo del ejercicio

Este ejercicio tiene como objetivo evaluar una de las etapas del método SG-QUAM; esta es la etapa de especificación de la evaluación. Se ha seleccionado la evaluación de esta etapa debido a que de esta depende el correcto desarrollo de las siguientes tres fases (diseño, ejecución y conclusión de la evaluación). Además, de incluir tareas que relacionan ingenieros de software y neuropsicólogos.

## Guías y artefactos

A continuación, se describen los documentos adjuntos que serán necesarios a lo largo del ejercicio.

- *Descripción del método SG-QUAM (Apéndice B)*

En este documento se encuentra detallado como se lleva a cabo cada una de las cinco etapas planteadas para realizar la evaluación de calidad de juegos serios; además, los artefactos y guías necesarios para realizar cada una de las tareas especificadas.

- *Descripción del juego serio (Apéndice H)*

Este documento contiene la estructura, funcionamiento y diseño del juego serio de tarjetas de memoria.

- *Método MoSCoW (Apéndice F)*

En este documento se describe el método MoSCoW, que es una técnica de priorización utilizada para establecer el rigor de la evaluación.

- *Modelo de calidad de producto y en uso (Apéndice I, Apéndice J)*

Este documento contiene una recopilación de las características, atributos y métricas necesarias para evaluar la usabilidad y la portabilidad de un juego serio como producto de software, así como también su calidad en uso.

## Problema planteado

Para la evaluación del método SG-QUAM considere el siguiente problema.

Se desea evaluar la calidad del juego serio orientado a la mejora de la atención y memoria del adulto mayor. Se puede ver la interfaz del juego en la Figura 1. Este consiste en recordar la posición de ciertas imágenes, que se ocultarán después de un determinado tiempo, con el propósito de encontrar parejas. Este juego está disponible para dispositivos móviles y computadores. Una descripción del juego se presenta en el *Apéndice H*.

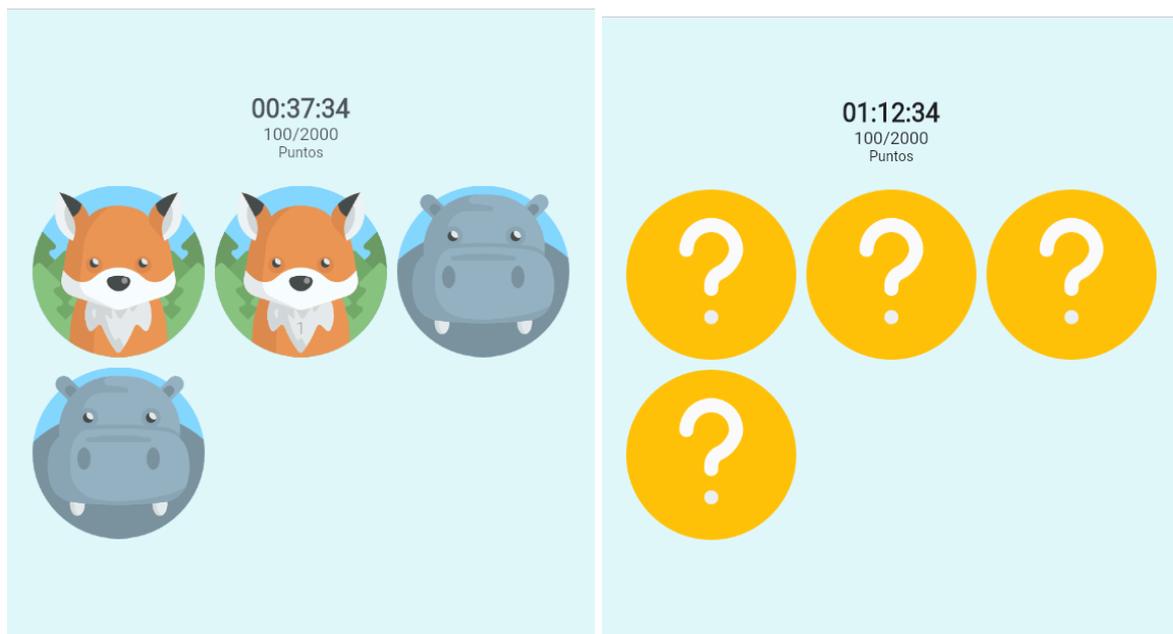


Figura 1. Juego de tarjetas de memoria.

De la **fase de establecimiento de requisitos de la evaluación**, se obtiene la siguiente información:

- **Requisitos de calidad:**
  - El sistema deberá tener una interfaz de usuario teniendo en cuenta los criterios de accesibilidad necesarios para un adulto mayor con problemas auditivos y visuales leves.
  - El objetivo del juego serio debe ser claro y fácil de entender para el adulto mayor.
  - El sistema presentará una interfaz de usuario sencilla para que sea fácil de entender y manejar por los usuarios del sistema.
  - El juego presenta un sistema de ayuda para facilitar la interacción con los usuarios.
- **El módulo y rigor de evaluación.**

Módulo	Rigor
Juego de pares	M

## Tarea Previa.

1. Ingresar al siguiente enlace: <https://proyectoia2020.web.app/#/>
2. Ingrese al juego utilizando el siguiente número de cédula: 010203040.
3. Utilizar el juego.

## Pasos para la evaluación de la fase de especificación

### Paso 1: Seleccionar elementos de software para la evaluación del juego serio

**Tarea.** Seleccione los elementos del juego a ser evaluados, para el cual usted debe utilizar el Anexo 2.

Hora de inicio:

	Elementos
Juego de pares	

Hora de fin:

### Paso 2: Seleccionar componentes de hardware para la evaluación del juego serio

**Tarea.** Seleccione los componentes de hardware que serán necesarios para realizar la evaluación.

Hora de inicio:

Componente	Necesario
Televisión (smart TV)	

Computador	
Dispositivo móvil (tablet, smartphone)	

Hora de fin:

### Paso 3: Seleccionar los atributos de calidad para los componentes

**Tarea 1.** Teniendo en cuenta los requisitos de calidad, seleccione con una X los atributos de usabilidad para **calidad de producto** que se deben evaluar. Usted debe guiarse en el **Apéndice I** se presenta el modelo de calidad de producto y en los **Requisitos de calidad (página 3)**.

Hora de inicio:

Atributo de calidad de producto	Incluir
Apariencia estética	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	
Accesibilidad para usuarios con discapacidad cognitiva	
Simplicidad de la interfaz	
Entorno operacional	

Hora de fin:

**Tarea 2.** Con base en los requisitos de calidad, seleccione con una X los atributos de usabilidad de **calidad en uso** que se deben evaluar. Para esto debe guiarse en el modelo de calidad en uso proporcionado en los documentos adjuntos (**Apéndice J**) y en los **Requisitos de calidad (página 3)**.

Hora de inicio:

Atributo de calidad en uso	Incluir
Función de ayuda	
Claridad de los objetivos	

Socialización	
Diseño de las interfaces del usuario	

Hora de fin:

## Paso 4: Definir criterios de evaluación del juego serio

### Tarea.

1. En la primera columna de la tabla coloque los atributos de calidad (de producto y en uso) que usted seleccionó en el *Paso 3 (Tarea 1 y Tarea 2)*.
2. En la segunda fila coloque los elementos que seleccionó en el *Paso 1*.
3. Coloque el rigor de los atributos en relación a los elementos del juego. En caso de que un atributo de calidad no se pueda utilizar para evaluar un elemento, indique esto colocando un guion (-). Para definir el rigor debe de utilizar el método de *MoSCoW* que tiene las siguientes categorías de priorización:
  - M: Debe tener.
  - S: Debería tener.
  - C: Podría tener.
  - W: No tendrá esta vez.

Si desea más información sobre el método MoSCoW, por favor revise el *Apéndice F*.

\*\* Nota: Usted puede agregar las columnas y filas que considere necesarias.

Hora de inicio:

	Elementos del juego	
Atributos de calidad	<<Colocar el elemento del módulo Juego de pares>>	
<<Coloque el atributo de calidad (agregue las filas que sean necesarias)>>	<<Colocar el rigor>>	

Hora de fin:

### Finalización del ejercicio

Para finalizar, por favor cargue este documento con el siguiente formato de nombre "EX\_NOMBRE\_APELLIDO", ejemplo: "EX\_Vanessa\_Romero" y en formato **PDF**, luego lo almacena en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3oSkZrf>

Por favor llene la siguiente encuesta: <https://forms.gle/MqhtTB9puUnQXpZh6>

**Muchas gracias por su colaboración.**

## Apéndice L: Modelo de calidad de producto completo

Característica	Sub-característica	Sub-sub-característica	Atributo	Significado	Métrica	Referencia	
	1.1 Integridad	Guía de Usuario	Documentación	¿Es fácil de localizar, especificar los pasos necesarios y no ser muy extensa?	Cuestionario Nielsen	SA47	
			Descripción de las funciones	¿En qué medida se describen las funciones dentro del juego serio?	X = A / B A = número de funciones del juego serio descritas en tutoriales de acuerdo con los requisitos de juegos serios B = total de funciones del juego serio X [0, 1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023.	
		Ayuda	¿El sistema de ayuda es completo?	Cuestionario Nielsen, Cuestionario	SA02, SA47, SA41		
			¿El juego serio cuenta con ayuda dinámica frente a los retos?	X = A / B A = número de desafíos con ayuda contextual B = número de desafío del juego serio X [0, 1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023.		
		Demostración del funcionamiento	¿En qué medida se muestra el funcionamiento del juego serio en las demostraciones?	X = A / B A = número de funciones del juego serio cuya operación se muestra en demostraciones de acuerdo con los requisitos de SG B = total de funciones del juego serio X [0, 1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023.		
		1.2 Aprendizaje	Comprensibilidad	Reglas claras	¿En qué medida las reglas del juego serio establecen que acciones están permitidas?	X = A / B A = número de reglas claras del juego serio B = número de reglas del juego serio X [0, 1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023.
	Capacidad de aprendizaje del juego			¿Se puede recordar fácilmente la forma de controlar el juego? La información debe aparecer en un orden lógico y natural	Cuestionario	SA67	
	Mecánica del juego serio / Equilibrio			¿Qué tan completa es la implementación de la mecánica del juego en las funciones del SG de manera que cada función brinde un desafío, y se espera que cada desafío ofrezca una recompensa de acuerdo con el objetivo establecido en la función?	X = 1 - A / B A = número de funciones que faltan. B = número de funciones de SG. X [0, 1]; cuánto más cerca de 1 mejor	SA04	
				El juego serio tienen una relación coherente entre objetivos, desafíos y recompensas	X = A / B A = número de funciones del juego serio que tienen una relación coherente entre objetivos, desafíos y recompensas B = total de funciones del juego serio X [0, 1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023.	
	Botones evidentes			¿El jugador comprende el propósito de los botones?	Cuestionario	SA02	
	Independencia			¿En qué medida se puede jugar independientemente sin la necesidad de asistencia o apoyo?	X = A / B A = número de funciones del juego serio que no necesitan asistencia B = total de funciones del juego serio X [0, 1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023.	
	Simplicidad			Navegabilidad entre funciones disponibles	¿Se puede navegar fácilmente entre las diferentes funciones del juego serio?	X = A / B A = número de funciones del juego serio que se pueden navegar fácilmente B = total de funciones del juego serio X [0, 1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023.
				Mecanismos de corrección	¿El juego serio tiene mecanismos para corregir las acciones erróneas del jugador?	X = A / B A = número de funciones del juego serio con mecanismos de corrección B = total de funciones del juego serio X [0, 1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023.
				Valores predeterminados de los campos de entrada	¿Qué proporción de campos de entrada que podrían tener valores predeterminados se llenan automáticamente?	X = A / B A = Número de campos de entrada cuyos valores predeterminados se han completado automáticamente durante la operación B = Número de campos de entrada que podrían tener valores predeterminados X [0, 1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023.

		Mensajes de retroalimentación	¿Los mensajes de retroalimentación son útiles para mejorar el aprendizaje del usuario?	X = A / B A = número de mensajes de retroalimentación que describen las formas de mejorar el aprendizaje. B = número de mensajes de retroalimentación X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC 25023
	Consistencia	Consistencia de navegación	¿Las acciones de navegación en cada función del juego serio se llevan a cabo con opciones similares?	X = A / B A = número de funciones del juego serio que tienen un comportamiento de navegación consistente B = total de funciones del juego serio X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor	SA47 ISO/IEC 25023
		Consistencia en la ubicación de componentes	¿Los iconos con la misma funcionalidad aparecen en el mismo lugar en cada pantalla?	Questionario Nielsen X = 1 - A / B A = número de pantallas con iconos similares ubicados en diferentes lugares B = número de pantallas con iconos similares X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor	SA47 ISO/IEC 25023
		Consistencia de apariencia	¿Los iconos con la misma funcionalidad aparecen con la misma apariencia en cada pantalla?	Questionario Nielsen	SA47 ISO/IEC 25023
		Consistencia operativa	¿Las tareas interactivas tienen un comportamiento y una apariencia coherentes tanto dentro de la tarea como en tareas similares?	Questionario Nielsen X = 1 - A / B A = número de tareas interactivas específicas que se realizan de manera inconsistente B = número de tareas específicas que necesitan ser consistentes X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor.	SA47 ISO/IEC 25023
		Coherencia entre los objetivos y las historias principales	¿Las historias principales y el objetivo del juego tienen un conflicto?	Questionario	SA02
	Mensajes	Mensajes de progreso	¿En qué medida los mensajes de progreso del juego serio describen el avance de los jugadores?	X = A / B A = número de mensajes de progreso el cual describe el progreso que tiene el usuario. B = número de mensajes de progreso X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023
		Mensajes de retroalimentación	¿En qué medida los mensajes de retroalimentación describen la información que debe recibir el jugador?	Questionario Nielsen X = A / B A = número de mensajes de retroalimentación que describe la razón por la que el usuario recibe la retroalimentación B = número de mensajes de retroalimentación X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor.	SA47 ISO/IEC 25023
1.3 Operabilidad.	Realismo	Controles	¿Los controles permiten al usuario manejar el juego serio de la manera más realista posible?	X = 1 - A / B A = número de controles de juego que el usuario podría usar de la manera más realista posible B = número de controles de juego que los usuarios podrían beneficiarse si opera esos controles de manera realista X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023
		Historia	¿Si es necesario, la historia está apegada a los hechos reales?	Questionario QUIIS	SA46
		Personajes	¿Los personajes son lo más apegados a la realidad?	Questionario QUIIS	SA46
		Hardware	¿Los componentes de hardware tienen problemas de usabilidad?	Questionario	SA77
				Questionario	SA41
	Personalización	Personalización de las funciones	¿Qué cantidad de funciones y procedimientos operacionales que puede personalizar el usuario de juegos serios?	X = A / B A = número de funciones y procedimientos operativos que pueden ser personalizados a conveniencia del usuario. B = número de funciones y procedimientos operativos que podrían beneficiar en la personalización. X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023
		Personalización de la interfaz de usuario	¿Qué elementos de la interfaz de usuario se pueden personalizar?	X = A / B A = número de elementos de la interfaz de usuario que pueden ser personalizados. B = número de elementos de la interfaz de usuario que podrían beneficiarse de la personalización. X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023
		Personalización de personajes	¿El jugador puede personalizar su personaje?	Questionario	SA41 SA02
	Control	Capacidad de monitoreo	Estados de la función que se pueden monitorear	X = A / B A = número de funciones que tienen la capacidad de monitoreo de estado. B = número de funciones que pueden beneficiarse de la capacidad de monitoreo X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023
		Capacidad de deshacer	¿Qué cantidad de tareas que tienen una consecuencia significativa y ofrecen una opción de reconfirmación o de deshacer?	Questionario Nielsen X = A / B A = número de tareas que poseen la capacidad de rehacer o la propiedad de reconfirmar. B = número de tareas las cuales el usuario podría beneficiarse de tener la capacidad re-confirmar o deshacer. X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor.	SA47 ISO/IEC 25023
		Cobertura objetiva	¿Qué tan completa es la implementación de las funciones de SG de acuerdo con los objetivos establecidos?	X = 1 - A / B A = número de funciones que no tienen la capacidad de realizarse de acuerdo con un objeto establecido sobre los requisitos. B = número de funciones de SG X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor	SA04
		Cobertura de progreso	¿Hasta qué punto las funciones de SG indican cómo progresará el jugador durante el juego?	X = A / B A = número de funciones que indican cómo progresará el jugador. B = número de funciones de SG. X [0,1] cuánto más cerca de 1, mejor.	SA04
		Cobertura de desafíos compartidos	¿Hasta qué punto las funciones de SG permiten al jugador compartir retos afrontados con éxito?	X = A / B A = número de funciones que permiten compartir retos afrontados con éxito. B = número de funciones de SG X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor	SA04
		Cobertura de recompensas compartidas	¿Hasta qué punto las funciones de SG permiten al jugador compartir las recompensas que ha obtenido con otros jugadores?	X = A / B A = número de funciones que permiten compartir las recompensas obtenidas. B = número de funciones de SG. X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor	SA04
		exceso de recompensas	¿Hasta qué punto las funciones de SG especifican cómo se otorgarán las recompensas en el juego?	X = A / B A = número de funciones que especifican cómo se otorgarán las recompensas. B = número de funciones de SG X [0,1] cuánto más cerca de 1 mejor	SA04
		Capacidad de respuesta	a aplicación debe ser capaz de procesar eventos generados por el usuario con la velocidad que el usuario no siente ningún retraso no deseado	Questionario	SA01

1. Usabilidad	1.4 Protección contra errores de usuario	Comprensión	Comprensibilidad terminológica	¿La terminología utilizada en el juego es familiar para los usuarios?	X = A / B A = número de términos que entendieron los usuarios previstos B = número de términos que están incluidos en la interfaz X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
		Error de entrada	Prevención de errores	¿Ayuda al usuario a que no caiga en un error?	X = A / B Cuestionario Nielsen	SA47
			¿Las entradas de los usuarios están protegidas para evitar el mal funcionamiento del sistema?	A = número de acciones y entradas de usuario implementadas para protegerse contra cualquier mal funcionamiento. B = número de acciones y entradas de usuario que podrían ser protegidas contra cualquier causa de mal funcionamiento del sistema. X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.	
	Mensajes de error	¿Los mensajes de error de entrada se describen claramente para facilitar la corrección por parte del usuario?	X = A / B Cuestionario Nielsen A = número de entradas erróneas las cuales proveen un valor correcto sugerido. B = número de entradas erróneas detectadas X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	SA47	ISO/IEC 25023.	
	Texto alternativo	¿Las funciones de juegos serios ofrecen opciones de manera que cualquier contenido no textual pueda convertirse en otras formas(ejm. Texto descriptivo, entre otros)?	X = A / B A = número de funciones que permiten elegir textos para que puedan ser utilizados por usuarios que no pueden escuchar un audio o ver un video B = número de funciones del juego serio X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.		
		Funcionalidades con teclado	¿Qué cantidad de funcionalidades del juego serio que permiten uso del teclado?	X = A / B A = número de funciones en las que el contenido se puede presentar de diferentes maneras para que pueda ser accesible a los usuarios que tienen limitaciones auditivas o visuales B = número de funciones del juego serio X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.	
		Restricción de tiempo	¿Los juegos serios permiten eliminar las limitaciones de tiempo o proporcionan el tiempo suficiente para usuarios con discapacidades?	X = A / B A = número de funciones que permiten a los usuarios modificar las limitaciones de tiempo B = número de funciones del juego serio X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.	
	1.5 Accesibilidad	Aksesibilidad para usuarios con discapacidad cognitiva	¿En qué medida pueden los usuarios con capacidad cognitiva limitada utilizar con éxito el sistema?	X = A / B A = número de funciones que pueden utilizar con éxito usuarios con discapacidad cognitiva. B = número de funciones implementadas X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.	
		Aksesibilidad para usuarios con discapacidad física	¿Hasta que punto los usuarios potenciales con una capacidad física limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	X = A / B A = número de funciones que pueden utilizar con éxito usuarios con discapacidad física. B = número total de funciones implementadas X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.	
Aksesibilidad para usuarios con discapacidad auditiva		¿Hasta que punto los usuarios potenciales con una capacidad auditiva limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	X = A / B A = número de funciones que puede utilizar el usuario con discapacidad auditiva B = número de funciones implementadas X[0,1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.		

1.6 Estética	Accesibilidad para usuarios con discapacidad visual	¿Hasta que punto los usuarios potenciales con una capacidad visual limitada pueden utilizar con éxito el sistema?	X = A / B A = Número de funciones utilizables por usuarios con discapacidad visual. B = número de funciones implementadas X[0, 1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.	
		Disponibilidad de diferentes idiomas	¿Qué idiomas son admitidos?	X = A / B A = número de idiomas realmente admitidos B = número de idiomas necesarios X[0, 1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
	Diseño de la interfaz	¿Qué proporción de interfaces utilizan el espacio, color y texto correctamente?	X = A / B A = número de interfaces de usuario de acuerdo con los principios de diseño de pantalla B = número de interfaces de usuario X[0, 1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.	
		Legibilidad	¿Cuántas interfaces siguen los principios de legibilidad en cuanto a texto, color y fuente?	X = A / B A = número de interfaces de usuario de acuerdo con los principios de legibilidad B = número de interfaces de usuario X[0, 1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.
	Coherencia entre texto y multimedia	¿Qué cantidad de interfaces de usuario que utiliza elementos multimedia para respaldar el texto?	X = A / B A = número de interfaces de usuario que utilizan elementos multimedia para respaldar el texto proporcionado B = número de interfaces de usuario X[0, 1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.	
	Simplicidad de la interfaz	La interfaz contiene solo los elementos que son necesarios	X = A / B A = número de interfaces de usuario con diseño minimalista B = número de interfaces de usuario X[0, 1], cuanto más cerca de 1 mejor.	ISO/IEC 25023.	
	Apariencia realista	¿Hasta qué punto el diseño de la interfaz es realista y se familiariza con el usuario?	X = A / B A = número de interfaces de usuario de apariencia realista B = número de interfaces de usuario X[0, 1], cuanto más cerca de 1 mejor.	SA46. ISO/IEC 25023.	
	Apariencia estética	¿Hasta qué punto son aceptables las interfaces de usuario?	Cuestionario_QUIS_Cuestionario X = A / B A = número de interfaces de usuario aceptable y de apariencia atractiva B = número de interfaces de usuario X[0, 1], cuanto más cerca de 1 mejor.	SA69, SA39. ISO/IEC 25023.	
2.1 Adaptabilidad	Entorno de Hardware	¿El juego serio capaz de adaptarse a diferentes entornos de hardware?	X=1-A/B A= número de funciones que no se completaron o no fueron suficientes para cumplir con los requisitos durante las pruebas B= Número de funciones que fueron probadas en diferentes entornos de hardware.	ISO 25023	
		Entorno de software	¿El juego serio es capaz de adaptarse a diferentes entornos de software?	X=1-A/B A= número de funciones que no se completaron o no fueron suficientes para cumplir con los requisitos durante las pruebas B= Número de funciones que fueron probadas en diferentes entornos de software.	ISO 25023
		Entorno operacional	¿El juego serio es capaz de adaptarse a diferentes entornos operacionales?	X=1-A/B A= número de funciones que no se completaron o no fueron suficientes para cumplir con los requisitos durante las pruebas operacionales con un entorno de usuarios B= Número de funciones que fueron probadas en diferentes entornos de operacion	ISO 25023
2. Portabilidad	2.2 Capacidad de ser instalado	Facilidad de instalación	¿El juego puede ser instalado fácilmente en un entorno de operación?	X=A/B A= número de veces que el usuario logra realizar la instalación de acuerdo a su conveniencia B= Número de veces que el usuario logra realizar la instalación.	ISO 25023
	2.3 Capacidad para ser reemplazado	Similitud de uso	¿Cuántas funciones del juego se puede realizar sin un aprendizaje adicional?	X=A/B A= número de funciones del juego que se pueden realizar sin un aprendizaje adicional B= Número de funciones del juego anterior	ISO 25023
		Calidad de producto equivalente	¿Cuántas medidas de calidad se satisfacen después de reemplazar el juego serio?	X=A/B A= Número de medidas de calidad del nuevo producto B= Número de medidas de calidad del juego anterior	ISO 25023
		Inclusividad funcional	¿Funcionalidades similares se puede usar fácilmente después de reemplazar?	X=A/B A= número de funciones que producen resultados similares a la aplicación anterior B= Número de funciones probadas después de reemplazar el software	ISO 25023
<b>USABILIDAD</b>			Cuestionario Cuestionario_QUIS Cuestionario Cuestionario_SUS	SA03 SA75 SA40 SA68	
<b>ACCESIBILIDAD</b>			IN: LEARNING Framework	SA64	

## Apéndice M: Modelo de calidad en uso completo

Característica	Sub-	Sub-sub-característica	Atributo	Significado	Métrica	Referencia				
1.1 Efectividad	1.1.1 Errores	Frecuencia de error	¿Qué proporción de errores encuentra el jugador en el juego?	$X=A/B$ A: Número de errores cometidos por el usuario. B: Número de tareas del juego serio. B>0 $0 < X <= 1$ Donde X mas cercano a 0 es el mejor valor.	ISO/IEC, 25022.					
						1.1.2 Efectividad de los objetivos	Claridad del objetivo	¿El juego proporciona objetivos claros y los jugadores pueden alcanzarlos?	$X = A / B$ A = número de objetivos del juego serio B = número total de objetivos del juego serio X [0,1] cuánto más cerca de uno mejor	ISO/IEC, 25022.
	1.1.2 Efectividad de los objetivos	Intentos por objetivo	¿Con que frecuencia de intentos para lograr un objetivo?	X = A A: número de intentos realizados por objetivo	ISO/IEC, 25022.					
						1.2.1 Tiempo de tarea	Eficiencia del tiempo de tarea	¿Cuánto tiempo tarda el jugador en completar una tarea, en comparación con lo planeado?	$X=A/B$ A: Tiempo que le tomó realizar la tarea al usuario B: Tiempo planeado. A>0 Si A<B, el resultado más cercano a 0 es el mejor. A>B será considerado como el peor de los casos.	ISO/IEC, 25022.
	1.2.2 Relativa al usuario	Facilidad del juego	¿El juego es fácil de entender y jugar? ¿El juego se vuelve mas facil mientras mas lo repite?	SUS, IMI Cuestionario, Nielsen	SA39 SA67, SA59					
	1.2.2 Relativa al usuario	Experiencia de flujo	Estado de completa absorción o participación en una actividad y se refiere a la experiencia óptima	Cuestionario	SA72					
						1.2.2 Relativa al usuario	Tension	¿Es posible concentrarse en el juego?	Cuestionario, Nielsen	SA66
	1.2.2 Relativa al usuario	Habilidad de uso de control	¿El control del juego es facil de usar?	Cuestionario, Nielsen, Escala: 0 = Unable, 1 = Extreme Difficulty, 2 = Severe Difficulty, 3 = Moderate Difficulty, 4 = Mid Difficulty, and 5 = No Difficulty.	SA67					
						1.2.2 Relativa al usuario	Compromiso del usuario	¿El juego motivación y obliga a los usuarios a pensar, organizar y utilizar la información de forma que fomente la construcción activa del significado y la comprensión del problema?	Cuestionario, SUMI, Nielsen, Escala: 0 = Unable, 1 = Extreme Difficulty, 2 = Severe Difficulty, 3 = Moderate Difficulty, 4 = Mid Difficulty, and 5 = No Difficulty.	SA76, SA67, SA06
	1.2.2 Relativa al usuario	Deseo de juego percibido	¿El usuario percibe el juego como realista y atractivo?	Escala de likert 4 niveles (1 no divertido, 4 divertido)	SA73					
						1.2.2 Relativa al usuario	Atencion enfocada	¿El usuario esta atento a la experiencia del juego?	Cuestionario	SA34
	1.2.2 Relativa al usuario	Interaccion	¿El uso del juego lo más natural posible y de acuerdo a un enfoque multimodal?	Cuestionario	SA33					
						1.2.2 Relativa al usuario	Eficiencia de un usuario comparado con un experto	¿El uso del juego lo más natural posible y de acuerdo a un enfoque multimodal?	SUS, IMI	SA39
1.2.2 Relativa al usuario	Reconocimiento antes que recuerdo	La interacción para usuarios debe ser rápida, de tal forma que sea útil tanto para usuarios básicos como avanzados	Cuestionario Nielsen	SA47						
					1.2.2 Relativa al usuario	Game Play	¿Son visibles las acciones y opciones para que el usuario no tenga que recordar información entre distintas secciones o partes de la aplicación?	Cuestionario Nielsen	SA47	
1.2.2 Relativa al usuario	Jugabilidad	¿El juego garantizar altos niveles de disfrute para todos los niveles de jugadores?	Cuestionario, Escala 0 = Unable, 1 = Extreme Difficulty, 2 = Severe Difficulty, 3 = Moderate Difficulty, 4 = Mild Difficulty, and 5 = No Difficulty	SA76, SA58						
					1.2.2 Relativa al usuario	Experiencia del juego	capacidad para garantizar que el juego atraiga, motive y entretenga al jugador durante el tiempo de juego.	Cuestionario	SA32	
1.2.2 Relativa al usuario	Método de juego	¿El juego no provoca estres al usuario?	f: factor , w: peso de cada pregunta (q)	SA57, SA51						
					1.2.2 Relativa al usuario	Reglas	¿Qué tal el método de juego?	Cuestionario iGen o Gen	SA68	
1.2.2 Relativa al usuario	Reglas	¿El jugador cumple las reglas del juego?	Cuestionario	SA02						
					1.3 Satisfacción	1.3.1 Jugabilidad	Tiempo de respuesta	¿El juego proporciona una respuesta rápido a la acción del jugador?	Tiempo de respuesta es: 1 si es menor o igual a 0 segundos 0.8 si está entre (0,1] segundos 0.6 si está entre (1,2] segundos 0.4 si está entre (2,3] segundos 0.2 si está entre (5,10) segundos 0 si es mayor o igual a 10 segundos El problema de usabilidad será: mayor si 0 <= valor < 0.35 medio si 0.35 <= valor < 0.75 menor si 0.75 <= valor < 1 ninguno si valor es igual a 1	ISO/IEC, 25022.*
1.3.1 Jugabilidad	Función de ayuda	¿El juego cuenta con una función de ayuda?	$X=A/B$ A: Número de funciones que cuentan con ayuda. B: Número total de funciones del juego serio. $0 < X <= 1$ Donde X mas cercano a 1 es el mejor valor.	ISO/IEC, 25022.						
					1.3.1 Jugabilidad	¿El juego facilitar la participación en el proceso de aprendizaje?	¿La experiencia es divertida para el jugador?	Cuestionario AttrakDiff, Cuestionario Cuestionarios(SCI Model Questionnaire, Game Experience Questionnaire, Game Engagement Questionnaire, EVE-GP Questionnaire, AttrakDiff), Observacion del evaluador	SA45, SA29	
1.3.1 Jugabilidad	Diversión	El juego facilitar la participación en el proceso de aprendizaje	Cuestionario	SA03, SA51, SA38						
					1.3.1 Jugabilidad	Socialización	¿Qué cantidad de usuarios potenciales que eligen usar el sistema en un entorno colaborativo?	$X=A/B$ A: Número de veces que el juego es usado en un entorno colaborativo. B: Número de veces que el juego es usado.	[1] SA62	
1.3.1 Jugabilidad	Inmersión	¿El juego fomenta la implicación del usuario?	Natural, esperado, exceptivo	SA73						
					1.3.1 Jugabilidad	Equilibrio del juego	¿El desafío, la estrategia y la historia son equilibrados?	Cuestionario	[2]SA771, SA41, SA33	
1.3.1 Jugabilidad	Equilibrio del juego	¿El desafío, la estrategia y la historia son equilibrados?	Cuestionario	ISO/IEC, 25022. [3], SA59, SA33						

	1.3.2 Contenido	Escenarios del juego	¿La historia o escenario del juego son interesantes?	Cuestionario X=A/B A: número de escenarios del juego serio que el usuario considera interesantes B: número de escenarios del juego serio X más cercano a 1 mejor	SA33 ISO/IEC, 25022.
		Dinamismo del juego	¿No hay tareas repetitivas o aburridas en el juego?	X=A/B A: número de tareas del juego serio que el usuario considera que no son repetitivas o aburridas B: número de tareas del juego serio X más cercano a 1 mejor	ISO/IEC, 25022.
		Reto	¿El juego debe ser mejor la próxima vez o nivel?	Cuestionario, Nielsen	SA67, SA51,
		Personajes del juego	¿El jugador comprende el papel del personaje?	Cuestionario, Nielsen	SA41 SA02
	1.3.3 Diseño	Diseño de las interfaces de usuario	¿El diseño de las interfaces de usuario son agradables en apariencia?	X=A/B A: Número de interfaces de usuario agradables en apariencia B: Número de interfaces de usuario X más cercano a 1 mejor	ISO/IEC, 25022.
				Cuestionario Nielsen	SA47 SA59, SA51, SA41, SA33
		Formato del texto	¿El formato de la letra es el adecuado para el jugador?	X=A/B A: número de interfaces de usuario con un formato de letra adecuado B: número de interfaces de usuario X más cercano a 1 mejor	ISO/IEC, 25022.
		Ergonomía de carga cognitiva	¿Se ha minimizado al máximo la carga de información cognitiva y tecnológica?	Cuestionario	SA56
		Diseño de personajes	¿El diseño de personajes es agradable en apariencia?	Cuestionario	SA02
	Enganche	¿El juego incita al usuario a jugarlo nuevamente?	Cuestionario, Nielsen	SA67	
Uso discrecional de funciones	¿Qué número de usuarios potenciales que usan una función específica del sistema?	X=A/B A: número de tareas del juego serio que el usuario considera que no son repetitivas o aburridas B: número de tareas del juego serio X más cercano a 1 mejor	[1]		
1.4. Experiencia	Sensación de relajación	¿Qué tan tranquilo y calmado se sintió el usuario con relación al juego serio?	Cuestionario	SA77	
	Experiencia subjetiva	¿Qué sensaciones o sentimientos le produce el juego serio al usuario?	Cuestionario	SA77	
	Experiencia de uso -y- percibida	¿Cómo fueron las interacciones del usuario con respecto al juego serio?	Cuestionario	SA61, SA34, SA33	
	Mecanismo motivacional	¿Como se maneja la interacción del juego serio con el usuario?	Cuestionario	SA41	
	Satisfacción		Cuestionario	SA37	
	Motivación	¿El usuario siente la necesidad de continuar con el juego serio?	IMI	SA28	
	Eficiencia	¿En qué medida los usuarios sienten que el software los ayuda?			
	Afecto	Reacción emocional del usuario			
Experiencia del usuario	Utilidad	Intención y facilidad de uso			
	capacidad de aprendizaje	¿Qué tan rápido sienten los usuarios que pudieron dominar la aplicación?	Cuestionario SUMI	SA06	

### Towards the Evaluation of the Usability and Portability of Serious Games

Moises Arevalo  
 Department of Computer Science  
 Universidad de Cuenca  
 Cuenca, Ecuador  
 moises.arevalo@ucuenca.edu.ec

Vanessa Romero  
 Department of Computer Science  
 Universidad de Cuenca  
 Cuenca, Ecuador  
 vanessa.romero@ucuenca.edu.ec

Cristina Sanchez-Zhunio  
 Department of Computer Science  
 Universidad de Cuenca  
 Cuenca, Ecuador  
 cristina.sanchezz@ucuenca.edu.ec

Daniela Prado-Cabrera  
 Department of Computer Science  
 Universidad de Cuenca  
 Cuenca, Ecuador  
 daniela.pradoc@ucuenca.edu.ec

Priscila Cedillo  
 Department of Computer Science  
 Universidad de Cuenca  
 Cuenca, Ecuador  
 priscila.cedillo@ucuenca.edu.ec

**Abstract**—Serious Games (SG) are designed to teach, train, or promote behavior change while entertaining players. They are increasingly popular because they provide significant health benefits, while improving the cognitive functions. Similarly, to other software tools, these solutions need to assess their quality, to be later improved. However, there are not contributions that allow the quality evaluation specifically related to the usability and portability characteristics. Therefore, this paper presents, first, an evaluation method aligned to the ISO/IEC 25040 standard, its activities, and artifacts which will be used for the serious game's quality evaluation. This method's name is *Serious Game Quality Assessment Method (SG-QUAM)*. Second, it provides a usability and portability model aligned to the ISO/IEC 25010 standard and oriented to this specific domain (i.e., serious digital games), and lastly, the quality in use while players are using the application. Moreover, 16 software engineers evaluated the solution through an experiment; the results showed good insights oriented to improve the contributions and concluded that SG-QUAM is perceived as easy to use, useful and that could be used in the future.

**Keywords**—Serious games, quality model, evaluation method, usability, portability.

#### I. INTRODUCTION

Cognitive functions are brain actions that involve the understanding and functioning of the environment [1]. They deteriorate with the aging process, which depends on the type of function, the individual characteristics of the subject, the context in which it operates, family history, previous psychiatric conditions, and addictions [2]. Stimulation of the brain positively impacts cognitive functions, helping to reduce their deterioration [3]. There are tools for cognitive stimulation, such as exercise books, neurotechnology games, among others.

Specifically, a game is a type of activity where players try to achieve a goal according to imposed rules [4]. Nowadays, video games have a great presence worldwide; it is estimated that more than 2.5 billion people use them [5]. Taking advantage of this situation, the development of Serious Games (SG) has become widespread; these games are understood as "games that are designed to educate, train, or change behavior while entertaining players" [4]. These games can be used in different areas (e.g., mental wellness, education, defense), providing a wide variety of benefits: motivation for learning, greater ability to solve problems, and improvement in cognitive abilities [6][4]. In cognitive training, these games are highly effective because they involve people in demanding

cognitive tasks and the simultaneous training of multiple cognitive processes [7].

Several studies show that not all games are developed correctly, so they do not reach the objectives for which they were designed [5][8]. Research in this area commonly assumes that video games tend to appeal to audiences; therefore, when applied in serious contexts, the experience should be more memorable and potentially more effective [9]. When these objectives are not fully achieved, other research studies [5], [10]–[12] suggest the analysis of metrics applicable to serious games. For instance, Cevallos and Santorum [5] establish that usability, motivation, commitment, user experience, and understandability should be considered.

Hence, this paper proposes a quality model to evaluate the usability and portability of serious digital games developed to train cognitive functions. This model is based on the ISO/IEC 25010 standard [13], whose main objective is "to guide the development of software products by specifying requirements and evaluating quality characteristics". Specifically, the model is designed to evaluate usability, portability, and users' satisfaction. ISO/IEC 25010 defines these three characteristics as i) usability refers to the ability of the product to be understood, learned, used, and be attractive to the user when used under certain conditions; ii) portability is the ability of a product or component to be transferred effectively and efficiently; and iii) satisfaction is the degree to which user needs are met when a system is used in a given context [13]. Additionally, this paper presents the evaluation process aligned to the ISO/IEC 25040 standard guidelines [14] and adjusted to the serious games domain, this method is called Serious Game Quality Assessment Method (SG-QUAM). Therefore, this study proposes a model and method to evaluate the product quality of software and quality of use of SG, since at present there is a great demand for software for different areas [15], among which are the SG focused to the cognitive health [16], for this reason each one must meet quality standards in order to meet the needs of the end-user and user experience. Understanding software quality as the degree to which a software product satisfies explicit and implicit needs when it is used under specific conditions [13]. While in-use quality is the degree to which specific users can use a product or system to satisfy their needs [13].

Finally, this study is structured as follows: Section II presents related work; Section III, a preliminary version of a method for evaluating serious games, in Section IV, the quality model is detailed, then, in Section V, the viability of

## Apéndice O: Evaluating the Product Quality of Videogames Emphasizing Serious Games: A Systematic Literature Review.

Date of publication xxxx 00, 0000, date of current version xxxx 00, 0000.

Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2017.DOI

# Evaluating the Product Quality of Videogames Emphasizing Serious Games: A Systematic Literature Review

CRISTINA SANCHEZ-ZHUNIO<sup>1</sup>, MARIA I. ACOSTA<sup>2</sup>, PRISCILA CEDILLO<sup>1</sup>, MOISES AREVALO<sup>1</sup>, AND VANESA ROMERO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Standards and Technology, Boulder, CO 80305 USA (e-mail: author@boulder.nist.gov)

<sup>2</sup>Department of Physics, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523 USA (e-mail: nothor@amar.colostate.edu)

<sup>3</sup>Electrical Engineering Department, University of Colorado, Boulder, CO 80309 USA

Corresponding author: First A. Author (e-mail: author@boulder.nist.gov).

This paragraph of the first footnote will contain support information, including sponsor and financial support acknowledgment. For example, "This work was supported in part by the U.S. Department of Commerce under Grant BS123456."

**ABSTRACT** Video games have become one of the most profitable forms of entertainment today, providing simulations of different aspects of reality. One type of video games is the Serious Games (SG) that differ from the rest by not being designed solely to entertain, its games had many objectives in some areas, such as education, health, defense, among others; those goals are related to teaching, cognitive training. They provide several benefits, such as greater ability to solve problems, motivation for learning, and improvement of cognitive functions. The number of users of this type of system is increasing, and they have a significant impact on society, hence the need to evaluate their quality. Prior to the market launch of these video games, an evaluation of their quality is required. Hence, this study presents a Systematic Literature Review (SLR) with the aim of knowing the metrics and standards that are commonly used for the evaluation of the quality of video games and serious games. The SLR was carried out within the period from 2000 to 2021, then each study is classified according to the metric used, standard, and other criteria related to the objective of this study. In the study, 77 related articles were found. The results obtained have made it possible to establish that 40% of the studies do not apply a quality model and that 79% of the studies do not use standards to evaluate the quality of their video games. In addition, it was known that the most used quality attribute is usability and playability. Finally, in this study, it is possible to identify new research gaps in this area.

**INDEX TERMS** Software Quality, Video games, Systematic Literature Review, Measures.

### I. INTRODUCTION

VIDEO Games (VG) provide simulations of various aspects of reality, such as running, driving, social environments, and others [1]. The main characteristic of VG is the transformation of these traditional forms of entertainment to interactive games [1]. Nowadays, it has become the form of entertainment most profitable and influential in the world [2]. In addition, it has been shown that VG positively benefits the well-being of players to affection, vitality, and self-esteem and reduces the symptoms of depression and anxiety [3]. Depending on the author, VG are classified into different genres, such as action, adventure, role play, simulation and recourse management, sport, strategy, social games, educational games, among others [4].

Specifically, Educational Games or Serious Games (SG)

are defined as an "interactive computer application, with or without a significant hardware component that has a challenging, funny or engaging goal, and imparts to the user a skill, knowledge or attitude that can be applied to the real world" [5]. So, these kinds of games are not designed for the unique purpose of entertainment, enjoyment or fun for the user [6]–[8], since it offers a wide variety of benefits, including improvement of technical skills, improvement of learning, cognitive training and learning of motor skills [9], [10].

Furthermore, these types of games are classified depending on which domain of competencies or skills their characteristic objective belongs, such as: Cognitive and perceptual, sensory-motor, personal, social, and communication skills [7].

## Apéndice P: Serious Game Quality Assessment Method: Empirical Evaluation and Case of Study.

### Serious Game Quality Assessment Method: Empirical Evaluation and Case of Study

line 1: 1<sup>st</sup> Given Name Surname  
 line 2: dept. name of organization (of Affiliation)  
 line 3: name of organization (of Affiliation)  
 line 4: City, Country  
 line 5: email address or ORCID

line 1: 2<sup>nd</sup> Given Name Surname  
 line 2: dept. name of organization (of Affiliation)  
 line 3: name of organization (of Affiliation)  
 line 4: City, Country  
 line 5: email address or ORCID

line 1: 3<sup>rd</sup> Given Name Surname  
 line 2: dept. name of organization (of Affiliation)  
 line 3: name of organization (of Affiliation)  
 line 4: City, Country  
 line 5: email address or ORCID

line 1: 4<sup>th</sup> Given Name Surname  
 line 2: dept. name of organization (of Affiliation)  
 line 3: name of organization (of Affiliation)  
 line 4: City, Country  
 line 5: email address or ORCID

line 1: 5<sup>th</sup> Given Name Surname  
 line 2: dept. name of organization (of Affiliation)  
 line 3: name of organization (of Affiliation)  
 line 4: City, Country  
 line 5: email address or ORCID

line 1: 6<sup>th</sup> Given Name Surname  
 line 2: dept. name of organization (of Affiliation)  
 line 3: name of organization (of Affiliation)  
 line 4: City, Country  
 line 5: email address or ORCID

**Abstract**— Nowadays, the development of serious games (SG) has widespread around the world. These games aim to train people in different areas (e.g., health, education, politics, business). However, with the increase in the development of these games to fulfill the user demand, there are also fundamental ways to improve the quality of those tools to reach a high product quality and an appropriate user experience. Also, it is essential to consider the diversity of users that consume these games (e.g., children, older adults, and people with disabilities). Hence, the Serious Game Quality Assessment Method (SG-QUAM) aims to evaluate the quality of SG and is aligned with the ISO/IEC 25040 standard. This paper presents an evaluation of this method through the development of a quasi-experiment. This evaluation has 17 participants, and the results provide insights about whether the method can be applied in practice. In addition, a case study is presented where the quality evaluation of a SG is shown step by step, in which the percentage of usability can be visualized.

**Keywords**— Serious Games, Quality Evaluations, Usability, Learning.

#### I. INTRODUCTION

The use of video games in the entertainment area provides advantages such as improving cognitive, sensory, motor, and social interaction [1]. However, some games go beyond entertainment. Those games are known as Serious Games (SG); they aim to promote learning in education, health, and politics, among others [2].

On the one hand, education experts are motivated to use new tools for teaching. Moreover, SG integrates the characteristics of video games and techniques to improve and facilitate learning [3]. Therefore, many studies have shown that teaching through SG effectively supports learning activities [3]. On the other hand, several solutions help patients' rehabilitation in the health domain. Also, SG is used remotely, due to their easy access and low cost [4]. Besides, SG can be focused on improving patients' cognitive skills, reaction times, self-esteem, and general well-being [5][6][7].

However, it is necessary to consider that games do not always meet their objectives, because there is a lack of good software engineering practices, such as incomplete requirements elicitation, a bad design, and problems during the development [2]. These problems impact the internal and external software quality. Moreover, SG needs to follow standards, good design and development practices for a high-quality product and an adequate human-computer interaction

(HCI), which allow all types of users to access and use them (e.g., patients in recovery, children, and older adults) [1] [8]. In addition, when a videogame quality is assessed, a broad spread of characteristics (e.g., graphics, camera perspectives, opponents' style, sound, music) needs to be analyzed [9]. Furthermore, specifically in SG evaluation, it is necessary to consider aspects that support learning from behavioral, cognitive, constructivist, educational, and neuroscientific perspectives [10].

Currently, there are methods to test the quality of video games proposed in [11][12]. However, several quality assessment tools are not aligned with any standard, method, or framework [13] [14]. Therefore, the need arises here to create a method that allows the quality assessment of SG, including the activities established in the ISO / IEC 25040 standard [15], which uses a quality model as input (i.e., attributes, characteristics, sub-characteristics, metrics). Using a quality model will allow an objective evaluation that includes all the proper domain characteristics.

Moreover, adequate HCI and usability implemented in SG interfaces are essential to promote their use and improve user experience [1]. Therefore, this paper aims to evaluate the Serious Game Quality Assessment Method (SQ-QUAM) [not allowed] based on the ISO/IEC 25040 standard and evaluate end-users usability, portability, and satisfaction. Also, the usability evaluation of a SG has been presented using the steps of the SG-QUAM method through a case study. Also, the requirements elicitation phase of this method is evaluated; it was performed using the Method Evaluation Model (MEM) [16] and using the experimental process presented by Wohlin [17].

Finally, this paper is structured as follows: Section 1 presents the introduction, Section 2 describes related work, Section 3 presents a summary of the SG-QUAM method, and Section 4 presents the experimental process for evaluating the SG-QUAM method. Section 5 shows the case study where the usability of a SG is evaluated. Finally, section 6 presents the conclusions and future work.

#### II. RELATED WORK

There are studies that present solutions, such as frameworks, tools, and methodologies, to evaluate video games. Each of those studies is focused on video games oriented to different areas and evaluates other quality

### Anexo A: Encuesta TAM para la evaluación del método SG-QUAM.

## Encuesta para la fase de especificación de la evaluación del método SG-QUAM

Para cada una de las preguntas, por favor, marque el círculo que se encuentra lo más cerca posible de su opinión.

LEA POR FAVOR CADA PREGUNTA CUIDADOSAMENTE ANTES DE DAR SU RESPUESTA.



vanessa.romero@ucuenca.edu.ec (no compartidos)

[Cambiar de cuenta](#)



\*Obligatorio

1. El método SG-QUAM en la fase de especificación de la evaluación me ha parecido compleja y difícil de seguir. \*

1 2 3 4 5

Totalmente de Acuerdo

Totalmente en Desacuerdo

2. Creo que la fase de especificación de la evaluación reduciría el tiempo y el esfuerzo requerido en la evaluación de juegos serios. \*

1 2 3 4 5

Totalmente en Desacuerdo

Totalmente de Acuerdo

3. De manera general, el método en la fase de especificación de la evaluación es difícil de entender. \*

1    2    3    4    5

Totalmente de Acuerdo                    Totalmente en Desacuerdo

4. Los pasos a seguir en la fase de especificación de la evaluación son claros y fáciles de entender. \*

1    2    3    4    5

Totalmente en Desacuerdo                    Totalmente de Acuerdo

5. De manera general, considero que la fase de especificación del método de evaluación es útil. \*

1    2    3    4    5

Totalmente en Desacuerdo                    Totalmente de Acuerdo

6. Las tareas de la fase de especificación del método de evaluación son difíciles \*  
de aprender.

1    2    3    4    5

Totalmente de Acuerdo                  Totalmente en Desacuerdo

7. Creo que las tareas de la fase de especificación de la evaluación de juegos \*  
serios son útiles para la evaluación de juegos serios.

1    2    3    4    5

Totalmente en Desacuerdo                  Totalmente de Acuerdo

8. Si tuviera que utilizar un método para la especificación de evaluación de \*  
juegos serios en el futuro, creo que tendría en cuenta este método.

1    2    3    4    5

Totalmente en Desacuerdo                  Totalmente de Acuerdo

9. Pienso que la fase de especificación del método NO es lo suficientemente expresiva para definir cómo debería ser ejecutada. \*

1 2 3 4 5

Totalmente de Acuerdo

Totalmente en Desacuerdo

10. El uso de este método podría mejorar mi rendimiento al realizar la especificación de la evaluación de un juego serio. \*

1 2 3 4 5

Totalmente en Desacuerdo

Totalmente en Acuerdo

11. Pienso que sería fácil usar la fase de especificación para evaluar un juego serio en el método planteado. \*

1 2 3 4 5

Totalmente de Desacuerdo

Totalmente en Acuerdo

12. De manera general, pienso que la fase de especificación del método SG-QUAM NO permite evaluar un juego serio de manera adecuada. \*

1      2      3      4      5

Totalmente en Acuerdo                  Totalmente en Desacuerdo

13. En caso de necesitar realizar una especificación para evaluar un juego serio, \* tendría la intención de utilizar este método en el futuro.

1      2      3      4      5

Totalmente de Desacuerdo                  Totalmente en Acuerdo

14. No recomendaría el uso de este método en su fase de especificación para evaluar un juego serio \*

1      2      3      4      5

Totalmente en Acuerdo                  Totalmente en Desacuerdo

15. ¿Tiene alguna sugerencia de cómo hacer que esta fase de obtención de requerimientos para evaluar un juego serio en el método sea más fácil de usar? \*

Tu respuesta

16. ¿Cuáles son las razones por las que tiene o no la intención de usar este método en un futuro? \*

Tu respuesta

Por favor escriba su nombre. \*

Tu respuesta

## ANEXO B. Goal-Question-Metric (GQM)

<b>Analizar</b>	¿Qué es lo que se analiza?
<b>Con el propósito de</b>	¿Qué intención tiene el estudio?
<b>Con respecto a</b>	¿Cuál es el efecto estudiado?
<b>Desde el punto de vista de</b>	¿Quién se ve afectado?
<b>En el contexto de</b>	¿Dónde tiene lugar el estudio, sobre qué artefactos y con qué tipo de participantes?

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A

**Accesibilidad:** posibilidad de acceso a cierto objeto o elemento y facilidad para hacerlo.

**Adaptabilidad:** capacidad de un objeto o persona para adaptarse a cambios dentro de un entorno o situación.

**Adulto Mayor:** adulto mayor, tercera edad o anciano es una persona que tiene 65 años o más, última etapa de la vida de un ser humano.

**Aprendizaje:** adquisición de conocimiento sobre algo por medio de estudio, ejercicio o experiencia.

**Atención:** sirve como mecanismo de activación y funcionamiento de otros procesos mentales más complejas como la percepción, memoria o el lenguaje, mediante operaciones de selección, distribución y mantenimiento de la actividad.

### C

**Calidad:** conjunto de propiedades que permiten categorizar y valorar con respeto a otros elementos de similares características.

**Cognitivo:** relacionado con el conocimiento de un sujeto.

### E

**Experiencia de usuario:** la experiencia de usuario o User Experience (UX), se define como un conjunto de sensaciones, sentimientos y emociones que surgen como respuesta de la interacción de usuarios con un sistema (González Sánchez & Gutiérrez Vela, 2014). La definición formal, se puede obtener de (ISO, 2018), como las percepciones y respuestas del usuario que son resultado del uso y/o uso anticipado de un sistema, producto o servicio. Estas percepciones y respuestas abarcan las emociones, creencias, preferencias, percepciones, comodidad, comportamientos y logros de los usuarios que ocurren antes, durante y después del uso. La UX, también se ve afectada por la imagen de marca, presentación, funcionalidad, rendimiento, comportamiento interactivo y capacidades de asistencia del sistema, producto o servicio. De igual manera el estado interno y físico del usuario, que es resultado de su experiencia, actitudes, habilidades y personalidad previas; y del contexto de uso.

## F

**Funciones cognitivas:** son acciones cerebrales implicadas en la comprensión del funcionamiento del entorno

## J

**Jugabilidad:** de acuerdo a (Sánchez et al., 2008): la jugabilidad o playability, está definida como un concepto abstracto y difícil debido a que posee características funcionales del videojuego, que son inherentes a todo el sistema interactivo, y también a sus características no funcionales, que están relacionadas a la experiencia del jugador al jugar. También posee partes relacionadas a usabilidad, pero no se la puede considerar como usabilidad, ya que estas partes en relación a la jugabilidad tienen matices distintos. Por lo que la jugabilidad es un conjunto de propiedades que describen la experiencia del jugador ante un determinado sistema de juego, que tiene como objetivo divertir y entretener de manera satisfactoria y creíble, ya sea solo o con compañía.

## M

**Memoria:** es una de las funciones más importantes del cerebro, esta hace referencia a la capacidad de los seres vivos de adquirir y retener información, de sí mismos, de su entorno y de las consecuencias de su comportamiento. Esta información se almacena en estructuras neuronales y se recuperan en ocasiones posteriores para condicionar el comportamiento del organismo con una finalidad adaptativa.