



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería de Sistemas

Metodología para la creación de aplicaciones tecnológicas que aportan a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores no institucionalizados

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas.

Modalidad: Proyecto de Investigación

Autores:

Jefferson Hernan Arias Ochoa

CI: 0106426091

Correo electrónico: jefferson-arias-@hotmail.com

Emily Judith Arteaga García

CI: 0106490006

Correo electrónico: emily.artegar@gmail.com

Directora:

Ing. Irene Priscila Cedillo Orellana, PhD.

CI: 0102815842

Cuenca, Ecuador

15-septiembre-2020

Resumen:

En los últimos años, la población de adultos mayores se ha ido incrementando; de la mano de este crecimiento han aparecido nuevas tecnologías para el mejoramiento de la calidad de vida de este grupo poblacional. Muchos de los adultos mayores cuentan con enfermedades, tanto físicas como cognitivas, siendo ésta última una de las más importantes para los investigadores debido a que se trabaja con funciones como: memoria, lenguaje, razonamiento, atención y velocidad de procesamiento.

En el presente trabajo de titulación, se ha propuesto una nueva metodología llamada ADE2 para la creación de aplicaciones tecnológicas con énfasis en los juegos serios, misma que permita aportar a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores no institucionalizados. En otras palabras, los desarrolladores de software pueden crear juegos serios para estas funciones cognitivas de forma eficaz y eficiente utilizando la metodología ADE2.

Finalmente, para mostrar la viabilidad de la solución, se ha realizado un cuasi experimento siguiendo los pasos de la fase de diseño de ADE2. La propuesta fue probada en una muestra de veintidós ingenieros correspondientes a áreas técnicas, de donde se obtuvieron resultados que validan la solución y proporcionan información para implementaciones futuras.

Palabras claves: Funciones Cognitivas. HCI. AAL. Juegos Serios.

Abstract:

In recent years, the population of elderly people has been increasing; hand in hand with this growth new technologies have appeared to improve the quality of life of this population group. Many of the older adults have both physical and cognitive diseases, the latter being one of the most important for researchers because they work with functions such as memory, language, reasoning, attention, and processing speed.

In the present document, a new methodology called ADE2 has been proposed for the creation of technological applications with emphasis on serious games. This allows to contribute to the improvement of cognitive functions of attention and memory in non-institutionalized older adults. In other words, software developers can create serious games for these cognitive functions effectively and efficiently using the ADE2 methodology.

Finally, to show the viability of the solution, a quasi-experiment has been carried out following the steps of the ADE2 design phase. The proposal was tested by a sample of twenty-two engineers corresponding to technical areas, from which results were obtained that validate the solution and provide information for future implementations.

Keywords: Cognitive Functions. HCI. AAL. Serious Games.



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| ÍNDICE GENERAL | 4 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 8 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 11 |
| ACRÓNIMOS..... | 13 |
| CAPÍTULO 1..... | 21 |
| INTRODUCCIÓN | 21 |
| 1.1. Antecedentes..... | 22 |
| 1.2. Objetivos..... | 23 |
| 1.2.1. Objetivo General..... | 23 |
| 1.2.2. Objetivos específicos | 23 |
| 1.3. Justificación..... | 23 |
| 1.4. Alcance..... | 23 |
| 1.5. Establecimiento de las Hipótesis | 24 |
| 1.5.1. Hipótesis principal | 24 |
| 1.5.2. Hipótesis secundaria | 24 |
| 1.5.3. Metodología Empleada..... | 24 |
| 1.6. Estructura del Documento..... | 26 |
| CAPÍTULO 2..... | 29 |
| MARCO TECNOLÓGICO..... | 29 |
| 2.1. Funciones Cognitivas | 30 |
| 2.2. Tipos de aplicaciones para el soporte cognitivo | 31 |
| 2.3. Tipos de usuarios de aplicaciones para soporte cognitivo | 33 |
| 2.3.1. Roles del personal sanitario..... | 33 |
| 2.3.2. Roles del personal informático en la elaboración de soluciones | 34 |
| 2.3.3. Adultos Mayores..... | 35 |
| 2.4. Enfoques de calidad de software..... | 36 |
| 2.5. Metodologías Base | 37 |
| CAPÍTULO 3..... | 41 |
| ESTADO DEL ARTE | 41 |



| | | |
|--|--|-----|
| 3.1. | Introducción a las revisiones sistemáticas..... | 42 |
| 3.2. | Revisión sistemática de la literatura..... | 42 |
| 3.3. | Ejecución de la revisión | 48 |
| 3.3.1 | Selección de estudios primarios | 49 |
| 3.3.2 | Evaluación de la calidad de la revisión | 52 |
| 3.3.3 | Métodos de análisis y síntesis..... | 52 |
| 3.4 | Difusión de resultados | 60 |
| CAPÍTULO 4..... | | 63 |
| METODOLOGÍA ADE2 | | 63 |
| 4.1. | Contexto..... | 64 |
| 4.2. | Bases de la Metodología..... | 64 |
| 4.3. | Metodología Propuesta | 65 |
| 4.3.1 | Descripción de Roles Involucrados en la Metodología..... | 66 |
| 4.3.2 | Análisis de la Situación..... | 70 |
| 4.3.3 | Análisis de Requerimientos de Software | 73 |
| 4.3.4 | Diseño | 79 |
| 4.3.5 | Desarrollo y despliegue..... | 84 |
| 4.3.6 | Evaluación | 86 |
| 4.3.7 | Entrega y Retroalimentación | 88 |
| CAPÍTULO 5 | | 90 |
| INSTANCIACIÓN DE LA METODOLOGÍA ADE2 | | 90 |
| 5.1. | Fase de análisis de la situación | 91 |
| 5.1.1 | Análisis de la situación..... | 91 |
| 5.2. | Fase Análisis de requisitos de software..... | 93 |
| 5.2.1 | Establecimiento de los requerimientos del juego | 94 |
| 5.2.2 | Selección de la plantilla usuario persona..... | 95 |
| 5.3. | Diseño | 96 |
| 5.3.1 | Selección de una herramienta de prototipado..... | 97 |
| 5.3.2 | Elaboración del prototipo | 98 |
| 5.3.3 | Selección del marco teórico de trabajo | 102 |
| 5.3.4 | Diseño de la interfaz | 103 |



| | | |
|---------------------------------------|---|-----|
| 5.4. | Fase Desarrollo e Implementación | 104 |
| 5.4.1 | Desarrollo..... | 105 |
| 5.4.2 | Implementación | 105 |
| 5.5. | Evaluación..... | 106 |
| 5.5.1 | Pruebas | 107 |
| 5.6. | Entrega..... | 108 |
| 5.6.1 | Entrega y retroalimentación | 109 |
| CAPÍTULO 6..... | | 110 |
| EVALUACIÓN..... | | 110 |
| 6.1 | Evaluación de la solución propuesta | 111 |
| 6.2 | Modelo de aceptación tecnológica (TAM)..... | 111 |
| 6.3 | Modelo de evaluación de métodos (MEM) | 112 |
| 6.4 | Aplicando MEM..... | 113 |
| 6.4.1 | Adaptando MEM..... | 113 |
| 6.4.2 | Ejecución y Análisis del experimento..... | 117 |
| 6.5 | Amenazas a la validez | 127 |
| 6.5.1 | Validez de conclusión..... | 128 |
| 6.5.2 | Validez interna | 128 |
| 6.5.3 | Validez de constructo | 128 |
| 6.5.4 | Validez externa | 128 |
| CAPÍTULO 7..... | | 129 |
| CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS | | 129 |
| 7.1 | Conclusiones | 130 |
| 7.2 | Trabajo Futuro | 131 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 132 |
| ANEXOS..... | | 140 |
| 9.1 | Anexo 1 | 140 |
| 9.2 | Anexo 2 | 142 |
| 9.3 | Anexo 3 Formulario de Evaluación | 145 |
| 9.4 | Anexo 4 Evidencia de Evaluación..... | 149 |
| 9.4.1 | Página Web | 149 |



| | | |
|-----------------|---|-----|
| 9.4.2 | Videos de Evaluación | 149 |
| 9.4.3 | Fotos de Evaluación | 150 |
| 9.5 | Análisis de los Resultados | 152 |
| APÉNDICES | | 160 |
| 10.1 | Apéndice A: Documento de especificación de requerimientos | 160 |
| 11.2. | Apéndice B: Manual de usuario | 170 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Metodología Empleada. Fuente: Elaboración Propia | 25 |
| Figura 2 Esquema del Documento. Fuente: Elaboración Propia | 27 |
| Figura 3. Proceso Iterativo del Modelo ADDIE. Fuente: Bhushan & Bhushan (2006) | 37 |
| Figura 4. Modelo DODDEL. Fuente: McMahon (2007) | 39 |
| Figura 5. Número de estudios incluidos y excluidos durante la ejecución de la revisión sistemática. Fuente: Elaboración Propia | 51 |
| Figura 6. Técnicas de Estimulación Cognitiva. Fuente: Elaboración Propia..... | 53 |
| Figura 7. Tipo de Herramienta Empleada para elaborar una aplicación para soporte cognitivo. Fuente: Elaboración Propia..... | 54 |
| Figura 8. Tipos de modelos usados para realizar aplicaciones. Fuente: Elaboración Propia | 54 |
| Figura 9. Habilidades cognitivas a ser entrenadas. Fuente: Elaboración Propia | 55 |
| Figura 10. No hay una metodología en común para realizar aplicaciones que aporten al soporte cognitivo. Fuente: Elaboración Propia..... | 55 |
| Figura 11 E-Health relacionada con funciones cognitivas. Fuente: Elaboración Propia..... | 57 |
| Figura 12. Profundidad de aprendizaje y funciones cognitivas. Fuente: Elaboración Propia | 58 |
| Figura 13. Niveles de intervención y funciones cognitivas. Fuente: Elaboración Propia | 59 |
| Figura 14. Enfoques de aprendizaje y características de los pacientes. Fuente: Elaboración Propia..... | 60 |
| Figura 15. Estudios Primarios. Fuente: Elaboración Propia | 60 |
| Figura 16. Tipos de Modelos. Fuente: Elaboración Propia | 61 |
| Figura 17. Fases de la metodología ADDIE. Fuente: Elaboración Propia..... | 64 |
| Figura 18. Fases de la metodología DODDEL. Fuente: Elaboración Propia | 65 |
| Figura 19 Metodología ADE2. Fuente: Elaboración Propia | 66 |
| Figura 20. Fase de Análisis de la Situación. Fuente: Elaboración Propia | 70 |
| Figura 21. Fase de Análisis de Requerimientos de Software. Fuente: Elaboración Propia | 73 |
| Figura 22 Ejemplo plantilla usuario persona. Fuente: Elaboración propia..... | 77 |
| Figura 23. Fase de Diseño. Fuente: Elaboración Propia | 79 |
| Figura 24. Fase de Desarrollo y Despliegue. Fuente: Elaboración Propia | 84 |
| Figura 25. Fase de evaluación junto a sus actores y entregables. Fuente: Elaboración Propia .. | 87 |



| | |
|--|-----|
| Figura 26 Entrega y Retroalimentación. Fuente: Elaboración Propia..... | 88 |
| Figura 27 Fase de análisis de la situación para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 91 |
| Figura 28 Fase de análisis de requisitos de software para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 94 |
| Figura 29 Plantilla usuario persona utilizada para juego de rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia..... | 96 |
| Figura 30 Fase de Diseño para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 97 |
| Figura 31 Pantalla principal prototipo de rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia | 100 |
| Figura 32 Pantalla para seleccionar imagen a desarrollar en el rompecabezas prototipo. Fuente: Elaboración Propia..... | 100 |
| Figura 33 Pantalla para escoger foto prototipo rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia... | 101 |
| Figura 34 Pantalla para armado de rompecabezas prototipo. Fuente: Elaboración Propia | 102 |
| Figura 35 Pantalla principal basada en el prototipo. Fuente: Elaboración Propia | 104 |
| Figura 36 Fase de desarrollo e implementación para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 104 |
| Figura 37 Pantalla de inicio del juego de rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia. | 105 |
| Figura 38 Pantalla del nivel uno del juego de rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia..... | 106 |
| Figura 39 Fase de Evaluación para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 107 |
| Figura 40 Fase de Entrega para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 108 |
| Figura 41 Modelo TAM y su interacción entre sus factores (Moody, 2003) | 112 |
| Figura 42 Modelo MEM (Moody, 2003) | 113 |
| Figura 43 Distribución de preguntas del Cuestionario. Fuente: Elaboración Propia..... | 115 |
| Figura 44 Página principal para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 118 |
| Figura 45 Pestaña de entrenamiento para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 119 |
| Figura 46 Pestaña de experimento para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 119 |
| Figura 47 Pestaña de encuesta para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 120 |



| | |
|--|-----|
| Figura 48 Pestaña de videos para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia..... | 120 |
| Figura 49 Diagrama de cajas de las variables PEOU, PU e ITU antes y después de Filtrar. Fuente: Elaboración Propia | 121 |
| Figura 50 Conclusiones de la aplicación de MEM. Fuente: Elaboración propia | 127 |
| Figura 51 Resultados de la encuesta, pregunta 1. Fuente: Elaboración Propia | 152 |
| Figura 52 Resultados de la encuesta, pregunta 2. Fuente: Elaboración Propia | 153 |
| Figura 53 Resultados de la encuesta, pregunta 3. Fuente: Elaboración Propia | 153 |
| Figura 54 Resultados de la encuesta, pregunta 4. Fuente: Elaboración Propia | 154 |
| Figura 55 Resultados de la encuesta, pregunta 5. Fuente: Elaboración Propia | 154 |
| Figura 56 Resultados de la encuesta, pregunta 6. Fuente: Elaboración Propia | 155 |
| Figura 57 Resultados de la encuesta, pregunta 7. Fuente: Elaboración Propia | 156 |
| Figura 58 Resultados de la encuesta, pregunta 8. Fuente: Elaboración Propia | 156 |
| Figura 59 Resultados de la encuesta, pregunta 9. Fuente: Elaboración Propia | 157 |
| Figura 60 Resultados de la encuesta, pregunta 10. Fuente: Elaboración Propia | 157 |
| Figura 61 Resultados de la encuesta, pregunta 11. Fuente: Elaboración Propia | 158 |
| Figura 62 Resultados de la encuesta, pregunta 12. Fuente: Elaboración Propia | 158 |
| Figura 63 Resultados de la encuesta, pregunta 13. Fuente: Elaboración Propia | 159 |
| Figura 64 Resultados de la encuesta, pregunta 14. Fuente: Elaboración Propia | 159 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Preguntas de investigación | 44 |
| Tabla 2. String de Búsqueda y sus conectores..... | 45 |
| Tabla 3. Criterios de extracción para RSQ1 | 47 |
| Tabla 4. Criterios de extracción para RSQ2 | 47 |
| Tabla 5. Criterios de extracción para RSQ3 | 48 |
| Tabla 6. Número de documentos según el tipo de búsqueda..... | 49 |
| Tabla 7. Cantidad de Búsquedas Automáticas..... | 49 |
| Tabla 8. Cantidad de estudios según el tipo de búsqueda realizado en las librerías y conferencias..... | 50 |
| Tabla 9. Porcentajes de citas de los documentos obtenidos..... | 52 |
| Tabla 10 Actividades Director de Proyecto..... | 67 |
| Tabla 11 Contenido del documento dominio de la situación..... | 71 |
| Tabla 12 Contenido protocolo geriátrico..... | 72 |
| Tabla 13 Contenido Plantilla especificación de requerimientos Std. IEEE 830..... | 74 |
| Tabla 14 Contenido documento especificación de requerimientos..... | 77 |
| Tabla 15 Criterios de Accesibilidad | 80 |
| Tabla 16 Criterios de Accesibilidad Móvil..... | 81 |
| Tabla 17 Heurísticas de los Criterios de Accesibilidad para juego de rompecabezas basado en ADE2..... | 98 |
| Tabla 18 Plantilla para la definición del Goal-Question-Metric..... | 114 |
| Tabla 19 Cuestionario para medir las variables de percepción, Elaboración propia..... | 116 |
| Tabla 20 Preguntas abiertas. Fuente: Elaboración propia..... | 117 |
| Tabla 21 Prueba de Shapiro-Wilk. Fuente: Elaboración propia | 122 |
| Tabla 22 Estadística Descriptiva para variables basadas en la percepción del usuario. Fuente: Elaboración propia..... | 123 |
| Tabla 23 Niveles de significancia de Moody (2003)..... | 123 |
| Tabla 24 Regresión simple entre la eficiencia actual y la facilidad de uso percibida. Fuente: Elaboración propia..... | 124 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 25 Regresión simple entre la efectividad actual y la utilidad percibida. Fuente: Elaboración propia..... | 124 |
| Tabla 26 Regresión simple entre la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida. Fuente: Elaboración propia..... | 125 |
| Tabla 27 Regresión simple utilidad percibida e intención de uso. Fuente: Elaboración propia..... | 125 |
| Tabla 28 Regresión lineal simple entre facilidad de uso percibida e Intención de uso. Fuente: Elaboración propia..... | 126 |
| Tabla 29 Resumen de la Evaluación. Fuente: Elaboración propia..... | 126 |

ACRÓNIMOS

AAL: Ambientes de Vida Asistida (Ambient Assisted Living).

ADE2: Análisis de la Situación, Análisis de los Requerimientos, Diseño, Desarrollo, Evaluación y Entrega.

HCI: Interacción Humano Computador (Human Computer Interaction).

MEM: Método para Evaluar Métodos (Method Evaluation Model).

ADDIE: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación.

DOODEL: Análisis de la Situación, Propuesta de Diseño, Documentación del Diseño, Documentación de la Producción.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ISO: Organización Internacional de Estandarización (International Organization for Standardization).

SPEM: Método de Ingeniería de Sistemas y de Software (Software and System Process Engineer Method).

OMG: Grupo de Administración de Objetos (Object Management Group).

UML: Lenguaje de Modelo Uniforme (Uniform Model Language).

ERS: Especificación de Requisitos de Software

MPS: Ministerio de Salud Pública

IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

IDE: Entorno de Desarrollo Integrado (Integrated Development Environment)

TAM: Modelo de Aceptación Tecnológica

PEOU: Facilidad de Uso Percibida

PU: Utilidad Percibida

ITU: Intención de Uso Futura

GQM: Métrica de Pregunta Objetivo (Goal Question Metric).

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Jefferson Hernan Arias Ochoa en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Metodología para la creación de aplicaciones que aportan a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores no institucionalizados”, 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, 15 de septiembre del 2020



Jefferson Hernan Arias Ochoa

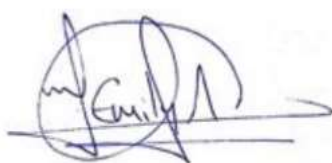
C.I: 0106426091

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Emily Judith Arteaga García en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Metodología para la creación de aplicaciones que aportan a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores no institucionalizados”, 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, 15 de septiembre del 2020



Emily Judith Arteaga García

C.I: 0106490006

Cláusula de Propiedad Intelectual

Jefferson Hernan Arias Ochoa, autor del trabajo de titulación “Metodología para la creación de aplicaciones que aportan a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores no institucionalizados”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 15 de septiembre del 2020



Jefferson Hernan Arias Ochoa

C.I: 0106426091

Cláusula de Propiedad Intelectual

Emily Judith Arteaga García, autora del trabajo de titulación “Metodología para la creación de aplicaciones que aportan a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores no institucionalizados”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 15 de septiembre del 2020



Emily Judith Arteaga García

C.I: 0106490006



DEDICATORIA

A Dios por enseñarme a nunca rendirme y siempre perseguir mis sueños con esfuerzo y dedicación.

A mis padres Piedad y Hernan, quienes siempre me han apoyado sin importar la circunstancia y me han sabido guiar por el camino del bien, por medio de su paciencia y cariño.

A mi hermana Dayana, la cual es mi motivación a seguir adelante día a día y no decaer ante ningún obstáculo.

A mis abuelitas Rebeca y María, quienes siempre han estado pendientes de mí en todo momento brindándome su apoyo y amor de forma incondicional.

A mi amiga y compañera Emily, por brindarme su amistad y apoyo durante todo momento.

Jefferson Arias Ochoa.



DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la fuerza para seguir adelante a pesar de todos los obstáculos presentados.

A mis padres Luis y María, que con su apoyo y amor incondicional han sabido guiarme por el camino del bien y me han enseñado el valor del esfuerzo y la dedicación para llegar a ser la persona que soy ahora.

A mis hermanas Corina y Angie, que son el motor de mi vida, mis compañeras infaltables y mi razón de vivir.

A mi esposo Bryam, por su paciencia, el cariño y estar presente en los momentos más importantes de mi vida.

A mi amigo y compañero de trabajo Jefferson, gracias por siempre apoyarme y enseñarme el valor de una verdadera amistad.

Emily Arteaga García.



AGRADECIMIENTOS

A nuestra directora, Ing. Priscila Cedillo, una gran persona y profesional, quien ha sido de gran admiración y un ejemplo para seguir adelante aplicando sus amplios principios y conocimientos, mismos que han sido transmitidos con amor, dedicación y paciencia.

A la Psic. Daniela Prado, quien ha sido una gran amiga, dado que, gracias a su apoyo sustancial en la parte psicológica, nos ha dado las pautas para poder presentar el presente trabajo.

A la Ing. Cristina Sánchez que, gracias a su paciencia y conocimientos, nos ha logrado transmitir todo lo importante y necesario para seguir una vida profesional y llegar también a presentar este trabajo.

A nuestras familias por el cariño y todo el apoyo brindado durante toda nuestra vida.

A todos ustedes mil gracias.

Jefferson Arias Ochoa.

Emily Arteaga García.



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene como objetivo presentar los antecedentes, justificación y alcance del presente trabajo de titulación, incluyendo las hipótesis, objetivos generales y específicos. Adicionalmente, se detallará la estructura de este trabajo.

1.1. Antecedentes

Con el continuo crecimiento de la proporción de la población de adultos mayores (Tong & Chignell, 2014), una de las preocupaciones más importantes de investigadores y del personal sanitario es su salud mental; específicamente, del deterioro de sus funciones cognitivas (p. ej., atención, memoria). Esta preocupación se debe a que el declive de las funciones cognitivas provoca cambios en el desempeño cognitivo y funcional del adulto mayor, dando como resultado la pérdida de su independencia, hecho que a su vez impacta negativamente en el desempeño de sus actividades cotidianas, un ejemplo de ello es su descenso en su capacidad de relación social y familiar (Novell Alsina, Rueda Quítllet, Salvador Carulla, & Forgas Farre, 2003). Por otra parte, para mitigar esta situación, investigadores han ahondado esfuerzos para fortalecer dichas funciones (Craik et al., 2007), siendo los juegos serios una herramienta útil para este fin (Chi, Agama, & Prodanoff, 2017). Los juegos serios consisten en pruebas mentales que utilizan la diversión para el entrenamiento de ciertas capacidades con fines educativos, políticos, de salud o de comunicación (Corrigan, Zon, Maij, McDonald, & Mårtensson, 2015). Así, han surgido varias investigaciones que abordan la aplicación de juegos serios con el uso de herramientas tecnológicas. Sin embargo, la mayoría de estos estudios centran su atención en la población de niños (Yanti, Rosmansyah, & Dabarsyah, 2019), adolescentes (Damasceno, Nardi, Silva, & L'Erario, 2017; Do Carmo, Goncalves, Batalau, & Palmeira, 2013) y adultos en general (Muratet, Torguet, Jessel, & Viallet, 2009), mas no tienen en cuenta características necesarias para aplicaciones orientadas a la población de adultos mayores, con sus características específicas, las mismas que puedan ser consideradas e integradas en una metodología que guíe el proceso de creación de juegos serios. El desafío radica en que las herramientas tecnológicas creadas siguiendo el método propuesto sean inclusivas y accesibles para la población de adultos mayores y así, obtengan los resultados esperados. Para ello, es importante definir dichas características desde un punto de vista integral, juntando el ámbito psicológico y tecnológico. Por un lado, Wang, DeMaria, Goldberg y Katz (2016) abordan el área de la salud psicológica, mediante los juegos serios. Fleming, Cheek, Merry, Thabrew, Bridgman, Stasiak, Shepherd, Perry & Sarah (2014), por su parte, hablan sobre cómo los juegos serios han apoyado al personal sanitario en procesos de intervención. Desde otro punto de vista, Graafland, Schraagen y Schijven (2012), proponen juegos serios orientados a la educación médica y al entrenamiento en habilidades quirúrgicas, de tal manera que los estudiantes puedan entrenar tanto habilidades técnicas, por medio de simuladores quirúrgicos, como no técnicas siendo así, la relación médico-paciente. Gorbanev, Agudelo-Londoño, González, Cortes, Pomares, Delgadillo, Yepes & Muñoz (2018) presentan una revisión sistemática y un meta-análisis de juegos serios para la salud mental, en los cuales se plantea si son accesibles, factibles y efectivos; concluyen que las intervenciones con este tipo de juegos son efectivas para reducir los síntomas relacionados al malestar psicológico.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Plantear una metodología para la creación de aplicaciones que aporten a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores entre 65 y 80 años, no institucionalizados.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evidenciar el estado actual de la investigación relacionada con los juegos serios orientados a las personas de la tercera edad, de esta manera identificar los conceptos, técnicas y objetivos de los juegos serios, a través de la elaboración de un marco tecnológico robusto.
- Diseñar una metodología que permita crear juegos serios que sirvan para apoyar al personal sanitario en las intervenciones neuropsicológicas de atención y memoria.
- Instanciar la metodología planteada a través de un juego serio.
- Evaluar la solución planteada a través de un caso de estudio y/o experimento controlado, con la finalidad de dar validez a la solución.

1.3.Justificación

En el capítulo 3 se aborda el estado actual del conocimiento, por medio de una revisión de la literatura. Como resultado de esta revisión, se determinó que no existen metodologías para la creación de aplicaciones que aporten a la mejora o mantenimiento de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores; por lo que, al realizar el estudio de los artículos científicos que fueron considerados en el proceso de selección, la gran mayoría de éstos no contemplaron ciertas características esenciales de este tipo de aplicaciones. Es decir, los estudios no se basaban en un conjunto de actividades claras y dirigidas a la obtención de una solución con una alta probabilidad de éxito al momento de la utilización de estas aplicaciones sobre esta población. Con base en esta problemática, este trabajo de titulación, propone un conjunto de actividades idóneas para la creación de aplicaciones de juegos serios que aporten a la mejora o mantenimiento de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores. Dicha metodología, al pasar por un proceso de evaluación exhaustivo, servirá como un instrumento que permite que se cumpla con los requisitos del dominio para la creación de aplicaciones orientadas a adultos mayores y así obtener los mejores resultados posibles.

1.4.Alcance

El alcance del presente trabajo de titulación, es la creación de una metodología para la creación de aplicaciones; específicamente, de juegos serios orientados al adulto mayor no institucionalizado, que se encuentre entre los 65 y 80 años de edad, sin enfermedad mental grave ni neuropsicopatología severa. Posteriormente, se hace uso de la metodología en la construcción de un juego serio que permite demostrar la factibilidad de esta propuesta. Además, se realiza la evaluación de la metodología y/o de la aplicación tecnológica por parte

del ingeniero de software que planea construir este tipo de aplicaciones. Se ha realizado dicha evaluación en base a una técnica que permite evaluar la aceptación tecnológica del *stakeholder* con respecto a la solución planteada. Para el efecto, se miden tres constructos cualitativos (facilidad de uso percibida, utilidad percibida e intención de uso futura); por otra parte, se miden dos constructos cuantitativos (efectividad y eficiencia) de la solución para terminar con una correlación entre las variables medidas que permite determinar la causalidad entre los aspectos medidos durante la evaluación. Un método que permite alcanzar este objetivo es el *Method Evaluation Model* (MEM) (Moody, 2003), ya que combina tanto las variables cualitativas como las cuantitativas con el objetivo de encontrar hallazgos referentes a la posible adherencia tecnológica con la solución que tendrán los usuarios de la misma.

1.5. Establecimiento de las Hipótesis

1.5.1. Hipótesis principal

Las hipótesis principales del presente trabajo de titulación son las siguientes:

- Una metodología específica es útil para el desarrollo de aplicaciones, específicamente juegos serios, que ayudan al personal de la salud en el entrenamiento de las áreas de atención y memoria en adultos mayores.
- La metodología propuesta permite incluir de manera eficaz los aspectos específicos para la creación de juegos serios, orientados al soporte cognitivo de los adultos mayores, a través de un enfoque integral que abarca criterios tecnológicos aplicados en ramas de la salud mental.

1.5.2. Hipótesis secundaria

Además, se consideran las siguientes hipótesis secundarias que conducen a la validación de las hipótesis principales anteriormente mencionadas:

- La metodología propuesta es consistente con criterios y características empleadas en juegos serios exitosos documentados en material científico.
- La metodología propuesta provee al desarrollador del juego serio una secuencia clara de los procesos involucrados en el desarrollo de una herramienta tecnológica aplicable a ámbitos de salud mental.

1.5.3. Metodología Empleada

A continuación, en la Figura 1 se detallan los pasos seguidos en este trabajo de investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014):



Figura 1 Metodología Empleada. Fuente: Elaboración Propia

1. La idea: En este paso es donde nace una primera idea a partir de un estudio previo dado por los investigadores, para producir un acercamiento a la realidad.

2. Planteamiento del problema: Para realizar el planteamiento del problema se consideran los objetivos específicos planteados para contribuir a resolver el objetivo general, para lo cual se pueden establecer preguntas de investigación, justificar la investigación y su viabilidad.

3. Revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico: Para este paso, se realiza un marco tecnológico robusto a partir de una revisión sistemática dentro del cual se ha aplicado la metodología propuesta por Kitchenham y Charters (2007) que consta de tres fases que son:

a. Planificación: Se estructura a partir de la fijación de:

- Preguntas de investigación que contribuyan al cumplimiento de los objetivos iniciales.
- Estrategia de búsqueda: consiste en búsquedas manuales en revistas, libros, conferencias y workshops, y en búsquedas automáticas en librerías digitales mediante la fijación de una cadena de búsqueda.
- Periodo de búsqueda que servirá para delimitar las búsquedas a un cierto periodo de tiempo.
- Criterios de inclusión y exclusión: Parámetros que se fijan para aceptar o rechazar un artículo científico.
- Criterios de extracción: Parámetros para clasificar los estudios según categorías y así más adelante obtener resultados.
- Aseguramiento de la calidad: De la misma manera permite obtener resultados que son de utilidad en la investigación.

b. Conducción y ejecución: Clasificación de los artículos científicos mediante criterios que permitirán obtener resultados que contribuyan a la investigación.

c. Fase de reporte de resultados: En esta fase se analizan y se interpretan los resultados, los cuales brindan conclusiones que son de aporte a la investigación que se realiza.

4. Definición del alcance del estudio: En este paso se pueden explorar cuatro tipos de alcances que son: *i) Exploratorio*, cuando se examina un tema del cual no se tiene conocimiento o no es muy estudiado; *ii) descriptivo*, cuando se especifican características importantes en relación al fenómeno estudiado; *iii) correlacional*, cuando se asocian variables mediante un patrón para beneficiar un grupo o una población; *iv) explicativo*, cuando se establecen causas de los eventos que se estudian. Para el estudio realizado en este trabajo se define al alcance como exploratorio, ya que se indaga y analiza en una primera instancia el estado actual de los juegos serios. Además, se utilizará un alcance correlacional para cruzar variables de eficiencia y eficacia para obtener la validez del estudio.

5. Elaboración de hipótesis y definición de variables: En este paso se proporcionarán teorías y variables para probar en la metodología planteada.

6. Desarrollo del diseño de investigación: En este paso se busca cumplir los objetivos específicos planteados, de esta manera se puede comprobar el objetivo general del trabajo de investigación.

7. Definición y selección de la muestra: Se selecciona la población y el tamaño de la muestra para realizar un cuasi experimento, para lo cual se debe seleccionar un método de muestreo, ya sea probabilístico o no probabilístico.

8. Recolección de los datos: Se trata de seleccionar y aplicar instrumentos de recolección de datos a través de una técnica para de esta manera procesar posteriormente la información encontrada.

9. Análisis de los datos: Para analizar los datos se deben explorar y evaluar datos confiables seleccionados a través de un programa que permite analizar los mismos, para que la investigación se lleve de manera confiable, con información válida y con objetividad.

10. Elaborar el reporte de resultados: En la elaboración del informe de resultados hay que dar a conocer los hallazgos derivados del análisis de datos, considerando además los aportes por parte de los usuarios, debido a que, de acuerdo a los datos que ellos proporcionen se validará o no el cuasi experimento.

1.6. Estructura del Documento

El presente trabajo de titulación establece una metodología para la creación de juegos serios orientados al adulto mayor no institucionalizado, que se encuentre entre los 65 y 80 años de edad, sin enfermedad mental grave ni neuropsicopatología severa. Para ello, este trabajo se distribuye en seis capítulos de la siguiente manera:

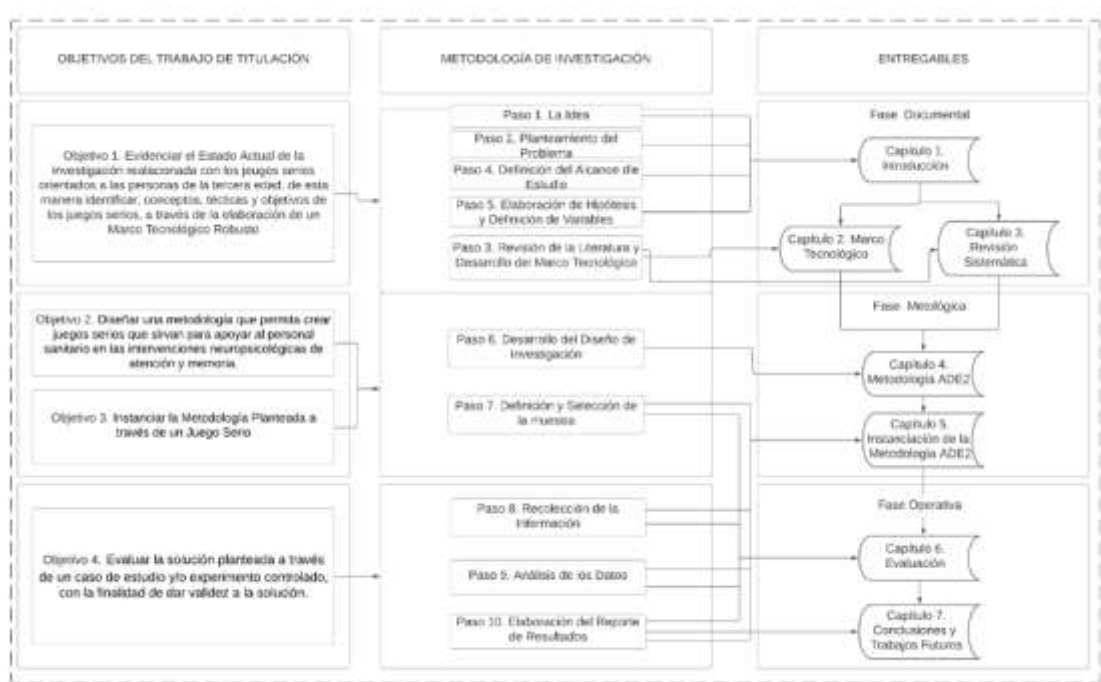


Figura 2 Esquema del Documento. Fuente: Elaboración Propia

1. **Introducción:** En este capítulo se establecen los antecedentes del tema a tratar, la propuesta e hipótesis de este trabajo de investigación; también contiene la justificación e importancia del tema seleccionado, así como los objetivos que se plantea satisfacer.
2. **Marco Tecnológico:** En este capítulo, se reúne la teoría necesaria y los estudios previos que se han hecho con respecto al tema escogido, es decir, la aclaración de conceptos base y una revisión sistemática de la literatura. Así como también la descripción de las variables involucradas.
3. **Estado del Arte:** En este capítulo se presenta una revisión sistemática de la literatura sobre metodologías para crear juegos serios conjuntamente con las distintas aplicaciones existentes y con sus soluciones, además, su proceso de desarrollo de software, así como también sus posibles áreas cognitivas de aplicación y sus resultados asociados, con el fin de tener una idea clara sobre las propuestas existentes de metodologías y sus aplicaciones las cuales servirán de apoyo para cada una de las áreas temáticas que aborda el presente trabajo de titulación.
4. **Propuesta Metodológica:** En este capítulo se detalla las consideraciones y pasos necesarios para generar una aplicación de juegos serios, estableciendo así una metodología que represente las acciones oportunas y precisas que debe tomar un arquitecto de software que planea construir este tipo de juegos. También se escribirá una serie de verificaciones necesarias para garantizar que la metodología sea aplicable a software orientado a mejorar las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores no institucionalizados.
5. **Instanciación:** En este capítulo se crea la aplicación con las guías establecidas en el capítulo anterior. Para ello, se instanciará un juego que consiste en un rompecabezas

constituido por una fotografía. Además, se detallará la adaptabilidad de la metodología para este caso de estudio específico, recolectando así los valores de tres constructos cualitativos (facilidad de uso percibida, utilidad percibida e intención de uso futura) y dos constructos cuantitativos (efectividad y eficiencia) para su posterior correlación.

6. **Resultados y Discusión:** En este capítulo se abarcarán los resultados e interpretaciones correspondientes a la validación de la metodología. Para ello, se va a post-procesar los datos obtenidos en la instanciación y se va a utilizar la metodología MEM, misma que combina las variables cualitativas y cuantitativas. De esta manera, se comprobará la aceptación tecnológica del *stakeholder* con respecto a la solución planteada, determinando la causalidad entre los aspectos medidos durante la evaluación.
7. **Conclusiones y Recomendaciones:** En este capítulo se exponen las conclusiones a las que se llegaron en este trabajo de titulación, validando las hipótesis planteadas y el cumplimiento de los objetivos. También se harán ciertas recomendaciones para utilizar la metodología propuesta.

Al final, se encontrarán los trabajos futuros, referencias y los anexos con el material complementario.



CAPÍTULO 2.

MARCO TECNOLÓGICO

Este capítulo provee al lector el conocimiento necesario para la contextualización de los pilares fundamentales de este trabajo de titulación; siendo uno de ellos las funciones cognitivas, entre las cuales se aborda con mayor énfasis: la atención, memoria, razonamiento y lenguaje. Las aplicaciones con o sin tecnología que dan soporte a estas funciones también se encuentran presentes, tales como aquellas intervenciones tradicionales como charlas en grupo, o aquellas que emplean tecnología como los juegos serios. Además, se describirán los roles de usuario que se integran en la construcción de estas soluciones desde la Psicología hasta la Ingeniería de Sistemas. Se seleccionarán y ajustarán las características de calidad de software necesarias para este tipo de aplicaciones. Finalmente, se hablará sobre las metodologías existentes, tanto para el desarrollo de juegos como para las etapas del ciclo de vida del software.

2.1.Funciones Cognitivas

El funcionamiento cognitivo emplea un conjunto de múltiples habilidades mentales, incluyen el aprendizaje, el razonamiento, la memoria, el lenguaje, la atención, entre otras (Fisher, Chacon, & Chaffee, 2019). Cada una de estas funciones forman parte de las habilidades cognitivas (ej. fluidas, cristalizadas, generales) que se van desarrollando a lo largo de los años, comenzando desde etapas primarias del desarrollo hasta aproximadamente la segunda década de vida; en donde, estas habilidades empiezan a disminuir, siendo curiosamente ésta, la edad en la que se empieza generalmente a trabajar (Klein, Dilchert, Ones, & Dages, 2015).

Para adentrarnos con mayor profundidad en el estudio de las funciones cognitivas se explica a continuación las principales, dando relevancia a la atención y memoria.

- **Atención**

Entre los procesos cognitivos involucrados, la atención es fundamental para determinar por qué, cómo y qué queremos decir. La atención juega un papel primordial en el proceso de aprender el significado de las palabras y, en general, de adquirir conocimiento; además en el significado de la semántica, que posteriormente se convierte en un discurso elaborado. Da forma a las actitudes de la audiencia, por ello ayuda a transmitir valores e ideologías. La atención de maneras específicas, ayuda a seleccionar, amplificar y apoyar ciertos componentes y conceptos semánticos y a construir y comunicar conocimientos y valores (Marchetti, Benedetti, & Alharbi, 2015).

- **Memoria**

La memoria se refiere a los procesos que se utilizan para adquirir, almacenar, retener y luego recuperar información. Hay tres procesos principales involucrados con la memoria: codificación, almacenamiento y recuperación (McLeod, 2013). Cherry (2019) propone una clasificación de la memoria en tres tipos:

La *memoria sensorial*, es aquella en la que la información se mantiene almacenada durante un periodo muy breve de tiempo, generalmente durante no más de medio segundo para la información visual y 3 o 4 segundos para la información auditiva.

La *memoria a corto plazo*, es aquella información que actualmente conocemos o en la que estamos pensando. Esta memoria se mantendrá durante aproximadamente 20 a 30 segundos.

La *memoria a largo plazo*, se refiere al almacenamiento continuo de información. La memoria a largo plazo se llamaría preconsciente e inconsciente. Esta información está en gran medida fuera de nuestro conocimiento, pero se puede llamar a la memoria de trabajo para usarla

cuando sea necesario. Parte de esta información es bastante fácil de recuperar, mientras que otras memorias son mucho más difíciles de acceder.

- **Razonamiento**

El razonamiento se refiere a los procesos cognitivos mediante los cuales las personas sacan conclusiones de los datos importantes y significativos que comprenden u observan. Existen tres tipos de razonamiento: la deducción, la inducción y la abducción. Las deducciones son inferencias verdaderas en aquellos casos en que las premisas son verdaderas. Las inducciones son una forma de razonamiento que consiste en el establecimiento de una premisa general a partir de la observación de aspectos particulares. Y, las abducciones son tipos especiales de inducciones que producen hipótesis explicativas (Khemlani, 2018).

- **Lenguaje**

El lenguaje es una propiedad exclusivamente humana que se basa en un sistema de comunicación basado en palabras y la combinación de éstas en oraciones. La comunicación por medio del lenguaje se puede denominar comunicación lingüística. También existen otras formas de comunicación como reír, sonreír, gritar, etc.; las cuales forman parte de una comunicación no lingüística (Santana, 2016).

2.2. Tipos de aplicaciones para el soporte cognitivo

En este apartado se contemplarán las diferentes aplicaciones para el soporte cognitivo desde el punto de vista psicológico. Las aplicaciones que van desde las no informáticas como la terapia en grupo y la intervención familiar, hasta las informatizadas como es el caso de los juegos serios.

- **Restauración y recuperación**

Para la restauración y recuperación de una función que ha sido suprimida por un daño cerebral, se tiene el principio de la repetición de dicha actividad para producir una mejora, misma que se da progresivamente (Portellano, 2005). La recuperación y restauración pueden ser de distintos tipos.

- Recuperación espontánea

Cuando se tiene una lesión en el cerebro, el proceso de recuperación espontánea se puede dar durante los días o semanas posteriores a dicha lesión. En algunos casos es un poco más lenta y puede tardar años; es por ello que, las fases, de esta recuperación, son más intensas durante los días inmediatos posteriores al daño cerebral. Esto se da debido a que cuando se disminuye la funcionalidad cerebral, se puede desencadenar en casos de penumbra e incluso hipertensión endocraneana (Portellano, 2005).

- Restauración inducida mediante rehabilitación

Cuando se entrenan las capacidades que han sido afectadas por el daño cerebral, este entrenamiento puede producir una mejoría funcional en el individuo. Está demostrado que con la estimulación se produce un incremento del metabolismo en las áreas cerebrales afectadas. Las técnicas de restauración son útiles para que las personas con problemas de memoria puedan tener una recuperación cognitiva debido a que utilizan dichos miembros de un modo activo en especial cuando han sufrido una parálisis (Lindgren, Hagstadius, Åbjörnsson, & Ørbæk, 1997).

- **Compensación y sustitución**

La sustitución se entiende como la construcción de un método nuevo que reemplace la respuesta tras el daño producido por una lesión cerebral. Es decir, se aplica cuando se produce una pérdida completa de un sistema funcional. Esta modalidad de rehabilitación cognitiva, pone énfasis en realizar actividades con un objetivo funcional mediante ayudas externas que eliminen o reduzcan la necesidad de requisitos cognitivos, por ejemplo, utilizar libros sonoros para no videntes, domótica, sistemas de audio para vida asistida, entre otros (Portellano, 2005).

- **Estrategias Mixtas**

Las estrategias mixtas se refieren a una mezcla entre la restauración y la sustitución, en las que se pueden usar los dos enfoques para recuperar el daño cerebral. Incluso, en un mismo tratamiento, se pueden modificar las estrategias a lo largo del proceso de rehabilitación, en función del grado de recuperación y mejoría que experimente el paciente en cada momento, de tal manera que éste pueda beneficiarse de las técnicas restauradoras y sustitutorias; por ejemplo, usando ayudas externas para facilitar la memoria como alarmas o agendas, utilizando un número de repeticiones de listas de palabras o imágenes, entre otros (Portellano, 2005).

- **Juegos Serios**

Según Lopes et al. (2018), un juego serio es una prueba mental con reglas específicas, que utiliza la diversión como una forma de capacitación corporativa; los objetivos de los juegos serios están orientados al campo de la educación, la salud, las políticas públicas y la comunicación estratégica.

En la rehabilitación cognitiva, se han incluido las aplicaciones al punto de constituir una parte esencial en la recuperación del daño cerebral. Cada vez, se desarrolla más software que ayuda con diversas funciones cognitivas como la memoria, el lenguaje, la atención y las funciones ejecutivas.

Las ventajas que ofrece la informática como recurso terapéutico son: la modificación de velocidad y complejidad de una tarea, el tamaño de los estímulos y la modalidad de presentación. Los juegos por medios digitales (juegos serios) proporcionan una

retroalimentación en un paciente que resulta más motivadora y competitiva que los ejercicios de papel y lápiz (Portellano, 2005). Otra ventaja que contemplan los juegos serios, es llevar el registro inmediato de los movimientos y las reacciones que los pacientes van teniendo mediante este recurso terapéutico.

- **Terapia en Grupo**

La terapia en grupo trabaja en la necesidad emocional de entender los problemas y compartirlos con otros pacientes que estén en las mismas condiciones. La utilización de grupos mejora la conducta social alterada tras algún daño, tiene un menor coste económico, además, facilita la adquisición de conciencia del problema del cual es frecuentemente afectado el paciente (Portellano, 2005).

- **Intervención Familiar**

Al momento de incluir a la familia en los programas de rehabilitación se considera un aporte, ya que, el entorno familiar, cumple una función de agente activo para la recuperación, al cual se le atribuye un factor agravante del daño cerebral cuando existe una falta de respuesta de los familiares frente a los problemas emocionales y socio-familiares. Se puede considerar que el daño cerebral es un asunto de familia porque los patrones disfuncionales de conducta son frecuentes con la aparición de problemas en el núcleo familiar (Lezak, 1995).

2.3. Tipos de usuarios de aplicaciones para soporte cognitivo

El usuario final permite conseguir una importante retroalimentación, en cuanto a, si el sistema es diseñado con base en los requerimientos recolectados, esto le permite realizar su trabajo de manera eficiente y efectiva (Patrizi, Mattioli, Lugatti, & Patrone, 1992).

2.3.1. Roles del personal sanitario

A) Psicólogo

Los psicólogos son aquellas personas que estudian los comportamientos recurrentes, emociones y pensamientos de las personas. Además, los psicólogos encuentran los patrones de comportamiento y sus mecanismos subyacentes para explorar la sintomatología de los pacientes (Tamayo, 2011).

“Los psicólogos son profesionales que están interesados en tres tipos de fenómenos: (i) las actividades objetivamente observables; (ii) las actividades mentales o procesos conscientes; y (iii) los procesos neurofisiológicos” (Arana, G. Meilán, & Pérez, 2006, p. 123).

B) Psiquiatra

Según Castilla del Pino (2007), define a la psiquiatría como el campo de conocimiento, institucionalmente derivado de las ciencias médicas, que se ocupan de las consideradas alteraciones psíquicas tanto mentales como de la conducta, independientemente de su etiología, naturaleza, a la interpretación de los síntomas y a su posible terapéutica farmacológica.

C) Neuropsicólogo

Es aquel profesional que estudia las relaciones entre el cerebro y la actividad mental superior. El Neuropsicólogo estudia la ciencia que trata de comprender los distintos tipos de procesamiento a los que se somete la información en el cerebro, así como también, los distintos grados de relación que cada uno de ellos tiene con las diferentes estructuras y funciones cerebrales (Ellis & Young, 2003). Un Neuropsicólogo es aquel que se interesa por la lógica de los procesos mentales y centran la atención en el estudio de la naturaleza mediante las resoluciones de problemas (Benedet, 2002).

2.3.2. Roles del personal informático en la elaboración de soluciones

A) Arquitecto de Software

El Arquitecto de Software es la persona que determina las estrategias de la organización de aquellos componentes que van a conformar parte del sistema que se planea construir. Estas estrategias dirigidas por el Arquitecto de Software deben tener patrones y estilos arquitectónicos, los cuales deben estar en función de los requerimientos iniciales y deben ser evaluadas de acuerdo a la asignación de prioridades y los escenarios de calidad relacionados al estilo arquitectónico escogido (Ahlskog et al., 2014).

B) Ingeniero de Sistemas

El Ingeniero de Sistemas es aquel que desarrolla una actividad en todos los aspectos relacionados con el procesamiento, tratamiento y transmisión de datos e información (Ramírez, Legery, & Fuentes, 2014). Se debe recalcar que, la herramienta principal de un Ingeniero de Sistemas no es un computador, sino sus capacidades para abstraer problemas y estructurar soluciones por medio de la tecnología (González, 2017).

C) Programador

Los programadores informáticos crean instrucciones para que una computadora las ejecute, escribiendo y probando código que permite que las aplicaciones y los programas de software funcionen con éxito (Curtis, 2020a). Los programadores usan lenguajes especializados para comunicarse con computadoras, aplicaciones y otros sistemas para hacer que los ordenadores y las redes realicen un conjunto de tareas específicas (Curtis, 2020b).

La programación es el proceso mediante el cual los profesionales escriben código que instruye el desempeño de una computadora, aplicación o programa de software. En su forma más básica, es un conjunto de instrucciones que facilitan acciones específicas. Los programadores informáticos crean instrucciones para que una computadora se ejecute, escribiendo y probando código que permite que las aplicaciones y los programas de software funcionen con éxito (Curtis, 2020a).

2.3.3. Adultos Mayores

Según Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015) se considera adulto mayor a la persona que haya alcanzado o que supere los sesenta años. Una de cada diez personas en la actualidad tiene oscila en este grupo de edad y se calcula que para el año 2030 los individuos de la generación del "baby boom" serán ancianos. Consecuentemente, se prevé que esto dará lugar a un aumento de la mortalidad por enfermedades asociadas al proceso de envejecimiento, como son las patologías crónicas, osteomusculares, lumbares y tumorales, entre otras (Alvarado García & Salazar Maya, 2014).

Tipo de Deterioro

El deterioro cognitivo está definido como la pérdida de funciones cognitivas que depende de factores fisiológicos y ambientales. El deterioro cognitivo está sujeto a la variabilidad del mantenimiento de la cognición del paciente mayor y, a su vez, está ligado a variables como las patologías del paciente, el soporte social, el estado anímico y la presencia de síndromes geriátricos (Benavides-carro, 2007).

A) Intervención primaria

A nivel primario, las intervenciones deben enfocarse en la salud general de los individuos, dentro de sus colectivos sociales, priorizándose la asistencia de promoción de la salud y prevención de enfermedades (Alves, do Carmo Eulalio, & Brobeil, 2009).

La intervención primaria se produce cuando existe una queja presentada en un individuo o un grupo de personas, es decir, cuando existe la presencia de un problema que debe ser identificado. Posteriormente se necesita de personal de la salud como un psicólogo especializado. La intervención primaria dada por el psicólogo, debe apuntar hacia un desempeño de la salud, el cual debe ser comprendido, planeado y ejecutado por varios profesionales del área (Yanguas, 2007).

B) Intervención secundaria

A nivel secundario, se brindan las intervenciones especializadas, cuyo objetivo principal es la salud mental. Ahí es donde actúan los psicólogos clínicos (Alves et al., 2009).

La intervención secundaria es aquella que tiene asistencias especializadas. Constituye además, el campo más conocido por tradición, debido a que contiene un fundamento teórico/práctico con respecto a la psicología clínica, principalmente en la psicoterapia (Yanguas, 2007).

C) Intervención terciaria

El nivel terciario enmarca las actuaciones en los hospitales y las investigaciones epidemiológicas (Alves et al., 2009).

La intervención de tercer nivel, tiene una actividad más profunda en el ámbito de la psicología de la salud, debido a que se estudian e investigan todos los factores que intervienen en la etiología de los problemas de salud en los estilos de vida (Yanguas, 2007).

2.4.Enfoques de calidad de software

La calidad de software se refiere al grado de desempeño que debe cumplir un sistema computacional de manera que garanticen que el cliente cuente con un sistema confiable, satisfacción frente a la funcionalidad y eficiencia del sistema construido (Callejas Cuervo, Alarcón Aldan, & Álvarez Carreño, 2017a).

A) Calidad a nivel de producto

La principal finalidad de la calidad de producto de software es la especificación y evaluación del cumplimiento de requisitos no funcionales del producto de software, para lo cual se aplican medidas internas y/o externas (Bevan & Nigel, 2010). En este contexto, existen algunos estándares que permiten evaluar la calidad de producto de software, como por ejemplo la ISO 25010 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011), que constituye un modelo de calidad jerárquico, que abarca ocho características principales de calidad de software, las mismas que se desglosan en subcaracterísticas de calidad, atributos y finalmente métricas que aportan en la medición y evaluación de un producto de software.

B) Calidad a nivel de proceso

La calidad de un sistema de software debe ser llevada durante todo el proceso de desarrollo del mismo; siendo esta la manera de minimizar los riesgos de fracaso en la implementación o en el producto resultante; para ello es necesario ofrecer un soporte continuo, al igual que un seguimiento y control de la calidad, tomando en cuenta que, para cada etapa se debe satisfacer los criterios de validación y verificación (Callejas Cuervo, Alarcón Aldan, & Álvarez Carreño, 2017b).

C) Calidad a nivel de uso

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011), a nivel de uso, se debe garantizar el propósito del software en términos de usabilidad y calidad; con el fin de que, un conjunto de atributos relacionados con la aceptación por parte del usuario final y seguridad estén basadas en la eficacia, productividad, seguridad y satisfacción (Covella, 2005).

2.5. Metodologías Base

Una metodología es un conjunto de procedimientos que es utilizado para lograr un objetivo u objetivos que dirigen una investigación. Con frecuencia se puede definir una metodología como el estudio de un método adecuadamente aplicable sobre un determinado objeto (Ruiz Enríquez et al., 2017).

A) Metodología ADDIE

El modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación) es un proceso iterativo de diseño instruccional, donde los resultados de la evaluación formativa de cada fase pueden llevar al diseñador instruccional a cualquier fase previa.

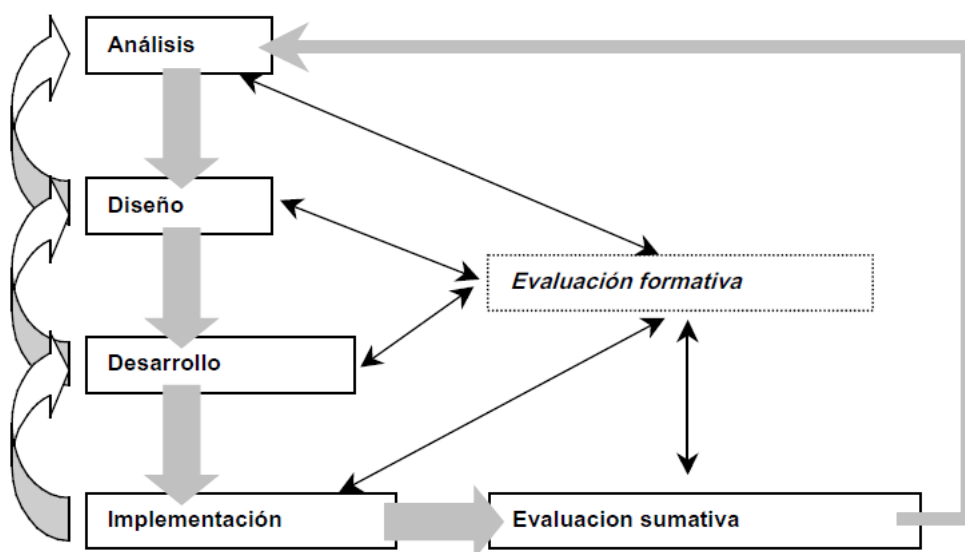


Figura 3. Proceso Iterativo del Modelo ADDIE. Fuente: Bhushan & Bhushan (2006)

- Análisis

Durante esta fase, se debe definir el problema, identificar su fuente y determinar las posibles soluciones. La fase puede incluir técnicas de investigación específicas, tales como análisis de necesidades, análisis de trabajo y análisis de tareas. Los resultados de esta fase a menudo incluyen los objetivos de instrucción y una lista de tareas a instruir. Estas salidas serán las entradas para la fase de diseño (Bhushan & Bhushan, 2006b).

- Diseño

En esta parte se utilizan los resultados de la fase de análisis para planificar una estrategia para desarrollar la instrucción. Además, durante esta fase, se debe describir cómo alcanzar los objetivos de instrucción determinados durante la fase de análisis y expandir la base de instrucción. Algunos de los elementos de la fase de diseño pueden incluir escribir una descripción de la población objetivo, realizar un análisis de aprendizaje, escribir objetivos y elementos de prueba, seleccionar un sistema de entrega y secuenciar la instrucción. Las salidas de la fase de diseño serán las entradas para la fase de desarrollo (Bhushan & Bhushan, 2006b).

- Desarrollo

La fase de desarrollo se basa en las fases de análisis y diseño. El propósito de esta fase es generar los planes de lección y los materiales de la lección. Durante esta fase, desarrollará la instrucción, todos los medios que se utilizarán en la instrucción y cualquier documentación de respaldo. Esto puede incluir hardware (p. ej., equipo de simulación) y software (p. ej., instrucción basada en computadora) (Bhushan & Bhushan, 2006b).

- Implementación

La fase de implementación se refiere a la entrega real de la instrucción, ya sea en el aula, en el laboratorio o en la computadora. El propósito de esta fase es la entrega efectiva y eficiente de la instrucción. Esta fase debe promover la comprensión del material por parte de los alumnos, apoyar el dominio de los objetivos y garantizar la transferencia de conocimientos del entorno educativo al trabajo (Bhushan & Bhushan, 2006b).

- Evaluación

Esta fase mide la efectividad y eficiencia de la instrucción. La fase de evaluación en realidad debería ocurrir durante todo el proceso de diseño instruccional: dentro de las fases, entre fases y después de la implementación. La evaluación puede ser formativa o sumativa (Bhushan & Bhushan, 2006b).

- Evaluación formativa: Está en curso durante y entre las fases. El propósito de este tipo de evaluación es mejorar la instrucción antes de implementar la versión final.
- Evaluación sumativa: Generalmente ocurre después de que se implementa la versión final de la instrucción. Este tipo de evaluación se centra en la efectividad general de la instrucción. Los datos de la evaluación sumativa a menudo se utilizan para tomar una decisión sobre la instrucción (como comprar un paquete de instrucción o continuar / suspender la instrucción).

B) Modelo DODDEL

El modelo DODDEL constituye una parte fundamental para la creación de juegos serios porque es único en el sentido de que enfatiza los juegos como el medio de instrucción y un alto nivel de documentación, al tiempo que intenta ser lo suficientemente inclusivo como para incluir la

multiplicidad de enfoques de aprendizaje y estilos de juego disponibles para el diseñador (McMahon, 2007).

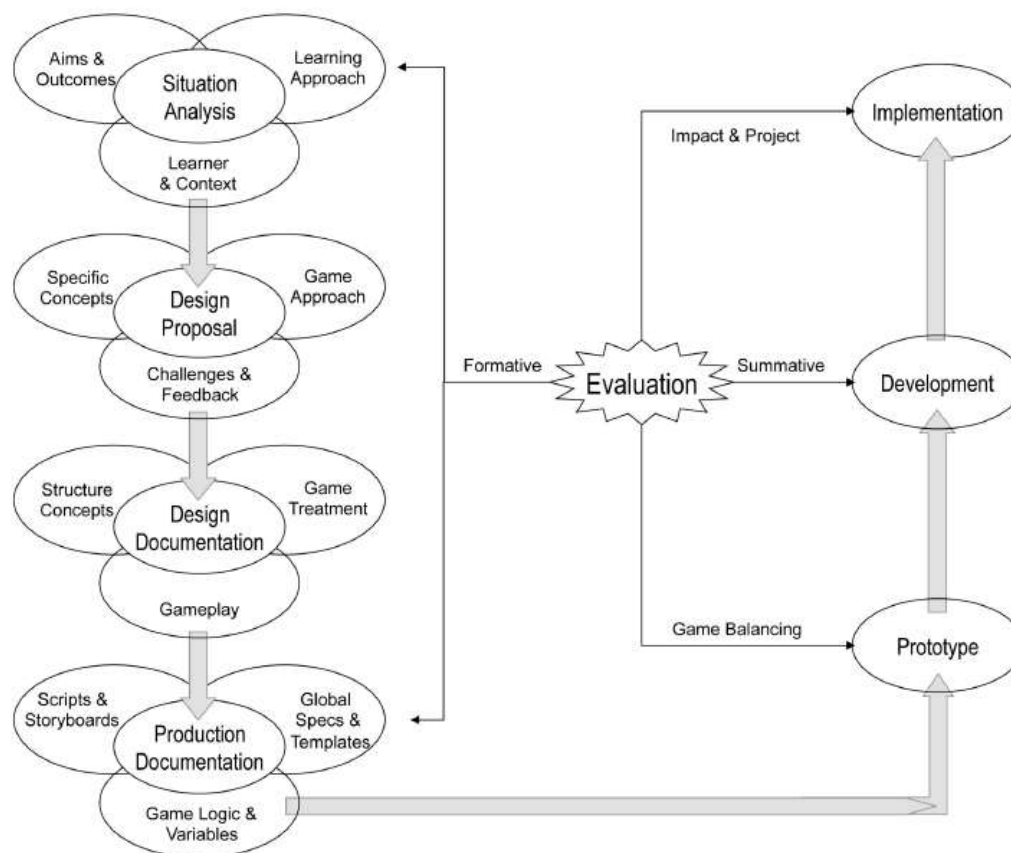


Figura 4. Modelo DODDEL. Fuente: McMahon (2007)

- **Análisis de la Situación**

Un *Análisis de la Situación* puede tomar la forma de una expresión de necesidad o declaración del problema, y ésta puede incorporarse a la propuesta de diseño o actuar como base para una solicitud, dependiendo de si el documento se creó desde la perspectiva del desarrollador o del cliente. En cualquier caso, el análisis debe proporcionar una base sólida para la exploración de diseños. Dicho análisis identifica los objetivos y los resultados de aprendizaje del producto, así como los atributos del usuario y los requisitos contextuales que afectarán el diseño del producto de manera que cada uno de los elementos se informe entre sí (McMahon, 2007).

- **Propuesta de Diseño**

La *Propuesta de Diseño* se extiende sobre el documento anterior para proponer un enfoque general para satisfacer las necesidades identificadas en el análisis de la situación. En esta etapa, las soluciones se expresan en términos bastante vagos, pero estarán estrechamente relacionadas con los problemas de los resultados del aprendizaje, el tratamiento del juego y la

experiencia del usuario final. En particular, deben identificarse los conceptos específicos que sustentan el amplio resultado del aprendizaje, una descripción del tipo de juego que se implementará y la naturaleza de la interacción de causa y efecto dentro del juego (McMahon, 2007).

- Documentación del Diseño

La fase de *Documentación del Diseño* es, en muchos sentidos, la más compleja, ya que define los aspectos cualitativos del juego. Como tal, necesita acomodar los elementos formales relacionados con la forma en que se manifestará el juego y respaldar la creatividad y la flexibilidad dinámica requeridas para un diseño innovador y evolutivo. La documentación producida en esta etapa, debe comunicar de manera efectiva el diseño del juego a los clientes y al equipo de diseño. Si bien, puede ser más áspero y menos detallado que la documentación de producción, cumple una función importante al combinar los diversos elementos en una descripción coherente de cómo se verá, sentirá y se comportará el producto final. También actúa como una forma transitoria de documentación para los guiones y guiones gráficos más formales (McMahon, 2007).

- Documentación de la Producción

Los resultados de la *Documentación del Diseño* pueden variar, pero se incluyen: mapas de estructura, descripciones de elementos de juego, arcos de caracteres, gráficos conceptuales y el juego en general desglosado en descriptores de módulo. La principal diferencia entre la documentación de diseño y la documentación de producción es que la primera describe el diseño, mientras que la segunda prescribe el desarrollo del producto.

El propósito de la *Documentación de Producción* es el de ser un prototipo en papel de la aplicación final. Esto garantiza que el producto se construya según las especificaciones y refleje con precisión el diseño. La documentación de producción se detalla en la medida en que puede contribuir al aseguramiento de la calidad y los aspectos contractuales del proyecto (McMahon, 2007).



CAPÍTULO 3.

ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se presenta una revisión sistemática de la literatura sobre metodologías para crear aplicaciones que aportan a la mejora de las funciones cognitivas. Además, el proceso de desarrollo de software que se ha seguido, así como también, sus posibles aplicaciones dentro del área cognitiva y sus áreas asociadas. Esto fue realizado con el objetivo de tener una idea clara sobre las propuestas existentes de metodologías y sus aplicaciones, las cuales servirán de apoyo para cada una de las áreas temáticas que abordará el presente trabajo de titulación. Una revisión sistemática de la literatura es considerada como un proceso más dentro del mundo de la investigación (Kitchenham & Charters, 2007), en donde se tiene como objetivo, la búsqueda, análisis e identificación de estudios relacionados al tema de trabajo, dando como resultado un conocimiento relacionado con las metodologías para la creación de aplicaciones que aportan a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores.

3.1. Introducción a las revisiones sistemáticas

La revisión sistema de literatura es el proceso mediante el cual se consulta, extrae y recopila la información considerada relevante sobre una interrogante de investigación específica, área temática o fenómeno de interés (Cortés & León, 2011).

Kitchenham & Charters et al. (2007), plantean lineamientos que tienen como objetivo reflejar los problemas o necesidades específicas en la investigación de la Ingeniería del Software, proponiendo tres fases comunes en revisiones sistemáticas: i) planificación, ii) conducción o ejecución de la revisión y iii) difusión de resultados.

Los objetivos asociados a la planeación de la revisión son:

- Identificar la necesidad de una revisión
- Identificar el propósito de la revisión
- Especificar las preguntas de investigación
- Desarrollar el protocolo de revisión
- Evaluar el protocolo de revisión

Los objetivos asociados a la ejecución de la revisión son:

- Seleccionar estudios primarios
- Evaluar la calidad de los estudios primarios
- Extraer datos y monitorizarlos
- Sintetizar los datos extraídos

Los objetivos asociados con la difusión de los resultados son:

- Especificar mecanismos de diseminación
- Elaborar un reporte
- Evaluar el reporte

3.2. Revisión sistemática de la literatura

En esta sección se presenta el protocolo de revisión a seguir. Según Kitchenham & Charters (2007), para llevar a cabo una revisión sistemática, es necesario confirmar, en primera instancia, la necesidad de dicha revisión, tomando en cuenta que las actividades más importantes previas a la revisión son definir las preguntas de investigación y elaborar un protocolo, es decir, un plan que defina los procedimientos de revisión básicos. Esta fase presenta tres etapas: i) identificación de la necesidad de la revisión, ii) formulación de las preguntas y subpreguntas investigación, y iii) protocolo de búsqueda. Estas fases son abordadas a continuación.

A) Identificación de la necesidad

Con el fin de identificar la necesidad de llevar a cabo una revisión sistemática que aporte de manera significativa al trabajo de titulación, se ha llevado a cabo una búsqueda de revisiones sistemáticas basadas en: *juegos serios, aplicaciones tecnológicas para personas adultas, educación y entrenamiento de habilidades cognitivas*. De igual manera, se encontraron revisiones sistemas las cuales fueron consideradas importantes para identificar las preguntas de investigación en las cuales se va a enfocar esta revisión sistemática, sus criterios de extracción y la justificación de la necesidad de la misma.

Algunas revisiones sistemáticas abarcan términos de juegos serios para educación médica, juegos serios para salud mental, etc. Graafland et al. (2012) presentan una revisión sistemática de juegos serios para la educación médica y el entrenamiento en habilidades quirúrgicas. Dicho estudio aborda cómo se aplican los juegos serios para entrenar habilidades técnicas y no técnicas. Wang et al. (2016) presentan una revisión sistemática de juegos serios dedicados a la atención médica. Ese estudio muestra cómo los juegos serios se usan como un método de aprendizaje a través de simuladores. Además, los autores sugieren una herramienta que tiene un dominio claro para enfrentar los desafíos de los juegos serios. Sin embargo, los autores concluyen que es necesario mejorar los juegos serios en aspectos relacionados con su desarrollo, evaluación y distribución. Además, Lau, Smit, Fleming y Riper (2017), presenta una revisión sistemática de juegos serios orientados a la educación médica específicamente en la calidad de la evidencia y la estrategia pedagógica. El objetivo de ese estudio es generar una estrategia que permita a los desarrolladores diseñar juegos serios para el área médica, a través de una estrategia pedagógica. Finalmente, Gorbanev et al. (2018), presentan una revisión sistemática y un meta-análisis de juegos serios para la salud mental, cuyo objetivo es responder si los juegos serios son accesibles, factibles y efectivos. Ese estudio proporciona información sobre cómo los juegos son efectivos para reducir los síntomas relacionados con los trastornos. En resumen, se han propuesto varios estudios que presentan revisiones sistemáticas relacionadas con juegos serios; pero no se han reportado estudios que propongan un conocimiento condensado sobre la forma en que los juegos serios permiten el entrenamiento de funciones cognitivas en adultos mayores.

De lo que se conoce por medio de las búsquedas preliminares, no existe una investigación enfocada a metodologías para la creación de aplicaciones que aporten a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores, por lo que, se ha visto en la necesidad de elaborar esta revisión sistemática, mediante la cual se consulte, extraiga y recopile información relevante sobre el tema planteado en este trabajo de titulación para su posterior desarrollo y aporte científico sobre el tema asociado.

Lo que busca esta revisión sistemática de literatura es identificar cómo es el proceso de desarrollo de un juego o alguna solución asociada para adultos mayores, además el proceso de validación para identificar si realmente este tipo de juegos afectan de manera positiva o

negativa a los adultos mayores, así como también los actores que intervienen en el desarrollo de este tipo de juegos para crear la solución.

B) Formulación de las preguntas y sub preguntas de investigación

Se plantea la siguiente pregunta, como objetivo principal de la revisión sistemática efectuada:

RQ: ¿Cómo los juegos serios permiten el entrenamiento de las funciones cognitivas en adultos mayores?

El objetivo de esta pregunta de investigación es el de obtener información relevante sobre el desarrollo de juegos serios y sus procesos asociados, ya sea el establecimiento de requerimientos, diseño de la posible solución y los procesos asociados con el desarrollo de software. Además, para tener una idea más clara y poder abarcar una mayor cantidad de resultados asociados a la pregunta principal (RQ), se han planteado sub-preguntas (RSQ) de investigación las cuales se encuentran detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1. Preguntas de investigación

| Sub-pregunta de Investigación | Motivación |
|---|--|
| RSQ1: ¿Qué tipo de soluciones tecnológicas apoyan el entrenamiento cognitivo para adultos mayores? | El objetivo es conocer qué tipo de tecnologías es la más utilizada o común para entrenar las habilidades cognitivas de los adultos mayores |
| RSQ2: ¿Qué funciones cognitivas están cubiertas con soluciones técnicas? | El objetivo es conocer cuáles son las funciones cognitivas más entrenadas por este tipo de aplicaciones o juegos. |
| RSQ3 ¿Cómo abordan estas soluciones la academia y la industria? | El objetivo es tener una idea clara de si se están desarrollando estas aplicaciones a gran escala o solo están sirviendo para hacer experimentos controlados por expertos en el tema |

C) Protocolo de búsqueda

Con el objetivo de obtener la mayor cantidad de estudios relevantes, se consideraron búsquedas automáticas en diferentes bibliotecas digitales y se consideran también búsquedas manuales en conferencias ranqueadas de categorías A, B y C.

I. Búsquedas Automáticas

Para el proceso de búsqueda automática se han considerado las siguientes bibliotecas digitales, seleccionadas con base en una búsqueda preliminar, las cuales arrojaron los mejores resultados:

- IEEE Xplore
- ACM Digital Library

Para el proceso no se consideraron las bibliotecas Springer Link y ScienceDirect, debido a que los filtros de búsqueda no eran los óptimos y se obtenía una gran cantidad de resultados los cuales no tenían gran relevancia con el tema propuesto en este trabajo de titulación; consecuentemente, las búsquedas automáticas hacen uso de una cadena de búsqueda establecida para todas las bibliotecas digitales. Considerando la búsqueda únicamente sobre los metadatos: i) título del documento, ii) palabras clave y iii) abstract.

Para determinar la cadena de búsqueda se basó en conocimientos previos relacionados a: juegos serios, personas adultas mayores, habilidades cognitivas; además, se realizaron varias pruebas de búsqueda usando la combinación de estos términos con el fin de seleccionar la mejor combinación que provea los mejores resultados. El conjunto de palabras para la selección de estudios primarios se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. String de Búsqueda y sus conectores

| Concepto | Conector | Términos Alternativos |
|---------------------------|--|------------------------------------|
| Cognitive | OR | Incluye: "Cognitive" |
| Neuro | AND | Incluye: "Neuro" y sus variaciones |
| Serious | OR | Incluye: "Serious" |
| Games | AND | Incluye: "Games" |
| Elderly | OR | Incluye: "Elderly" |
| Older | OR | Incluye: "Older" |
| Senior | | Incluye: "Senior" |
| Cadena de búsqueda | ((COGNITIVE OR NEURO*) AND (SERIOUS OR GAMES) AND (ELDERLY OR OLDER OR SENIOR)). | |

II. Búsquedas Manuales

Para las búsquedas manuales, se tomaron en cuenta las conferencias o revistas que fueron seleccionadas a través de una búsqueda de los términos juegos serios, personas adultas, habilidades cognitivas, etc. De donde las conferencias y revistas seleccionadas en la búsqueda

manual, fueron calificadas según su título, abstract, conclusiones y un vistazo breve a sus contenidos, éstas son las siguientes:

- Psychological Research Journal
- Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization
- Journal of Cognitive Enhancement
- Neuropsychology Review
- NeuroEngineering and Rehabilitation and Entertainment Computing.

III. Periodo de búsqueda

El período establecido para la estrategia de búsqueda es desde 2002 - 2019; porque el Centro Internacional de Académicos Woodrow Wilson en Washington D.C. creó la iniciativa de juegos serios para alentar el desarrollo de juegos sobre cuestiones políticas y de gestión. En 2004 aparecieron grupos más especializados, como juegos para el cambio, centrados en los problemas sociales y el cambio social, además de juegos para la salud en aplicaciones relacionadas con la asistencia sanitaria ("Enacademic," 2010).

IV. Planificación de selección de estudios primarios

Una vez ejecutadas las búsquedas manuales y automáticas, se evaluó cada uno de los artículos basados en los metadatos (título, resumen y palabras claves). Las discrepancias de selección se resolvieron por consenso entre los investigadores, después de escanear el artículo completo.

Criterios de inclusión

- Soluciones tecnológicas para apoyar la capacitación, mejora o desarrollo de funciones cognitivas orientadas a personas mayores.
- Documentos relacionados con la tecnología que apoyan el campo de la neurociencia.
- Documentos que incluyen aplicaciones de juegos serios orientados a adultos mayores.

Criterios de exclusión

No se consideraron los estudios que cumplieron al menos uno de los siguientes criterios de exclusión.

- Documentos introductorios para números especiales, libros y talleres.
- Informes duplicados del mismo estudio en diferentes fuentes.
- Artículos cortos con menos de cinco páginas.
- Artículos que no están escritos en inglés.

V. Criterios de extracción de datos

Para responder las sub-preguntas de investigación planteadas anteriormente, se definen criterios de extracción (EC), los cuales son presentados a continuación. Es importante definir estos criterios ya que ayuda a evitar el sesgo de los investigadores para que sus expectativas no influyan en los análisis de los estudios.

RSQ1: ¿Qué tipo de soluciones tecnológicas apoyan el entrenamiento cognitivo para adultos mayores?

Los criterios de extracción para RSQ1 se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3. Criterios de extracción para RSQ1

| EC1 Técnicas de estimulación cognitiva | EC2 Tipo de herramienta usada | EC3 Alcance de enfoque |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|
| Atención | Juegos | Aprendizaje |
| Percepción | Aplicaciones | Evaluación |
| Velocidad de procesamiento | | Diagnóstico |
| Comprensión | | Intervención Primaria |
| Otro | | Intervención Secundaria |
| | | Intervención Terciaria |

RSQ2: ¿Qué funciones cognitivas están cubiertas con soluciones técnicas?

Los criterios de extracción para RSQ2 se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4. Criterios de extracción para RSQ2

| EC4 Tipo de modelos | EC5 Factores que influyen en el desarrollo cognitivo |
|---|---|
| ADDIE | Edad |
| DODDLE | Enfermedad |
| No específica | Otro |
| EC6 Habilidades cognitivas que pueden ser entrenadas | EC7 Pasos comunes entre estos modelos |

| | |
|--------------|----------------|
| Memoria | Análisis |
| Lenguaje | Diseño |
| Atención | Desarrollo |
| Razonamiento | Implementación |
| | Evaluación |

EC8 Entorno de uso

Un solo objetivo
Objetivos múltiples
Emocionales
Aleatorio

RSQ3 ¿Cómo abordan estas soluciones la academia y la industria?

Los criterios de extracción para RSQ3 se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5. Criterios de extracción para RSQ3

| EC9 Fases en que los estudios basados | EC10 Enfoque de aprendizaje |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Análisis | Aprendizaje superficial |
| Diseño | Aprendizaje profundo |
| Implementación | |
| EC11 Tipo de validación | EC12 Metodología |
| Encuesta | |
| Caso de estudio | Nuevo |
| Experimento | Extensión |
| Otro | |

3.3. Ejecución de la revisión

Esta fase consiste en establecer las pautas para seleccionar los estudios relevantes de manera adecuada y evaluarlos por su calidad. De esta manera, esta etapa consiste de tres pasos: i) selección de estudios primarios, ii) evaluación de calidad y iii) método de análisis y síntesis.

3.3.1 Selección de estudios primarios

Como resultado de la ejecución de las búsquedas automáticas se obtuvieron 285 estudios y como resultados de la ejecución de las búsquedas manuales se obtuvieron 156 estudios, dando un total de 441 estudios, como se indica en la Tabla 6.

Tabla 6. Número de documentos según el tipo de búsqueda

| Búsquedas Automáticas | |
|--|----------------------------------|
| Biblioteca digital | Cantidad de estudios encontrados |
| ACM Digital Library | 57 |
| IEEE Xplore | 250 |
| Búsqueda Manual | |
| Conferencia | Cantidad de estudios encontrados |
| Psychol Res | 44 |
| Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization | 15 |
| Journal of Cognitive Enhancement | 39 |
| Neuropsychology Review | 26 |
| NeuroEngineering and Rehabilitation | 14 |
| Entertainment Computing | 18 |

De los 441 estudios resultantes, tanto de búsquedas automáticas como manuales, se realiza una pre-selección de estudios primarios, revisando de forma manual los metadatos (título, abstract y palabras claves del documento). De esta manera se obtienen 285 documentos preseleccionados, como se muestra a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7. Cantidad de Búsquedas Automáticas

| Búsqueda Automática (documentos pre-seleccionados) |
|--|
|--|

| Biblioteca Digital | Cantidad de estudios pre-seleccionados |
|--------------------------------------|--|
| IEEE Xplore | 237 |
| ACM Digital Library | 48 |
| Total (Búsquedas automáticas) | 285 |

Con un total de 441 documentos comprendidos entre búsquedas manuales y búsquedas automáticas, se procede a realizar el siguiente paso, el protocolo de revisión, planteado sección 3 de este documento, en donde se debe evaluar de manera manual cada uno de los documentos recopilados. Todos los documentos que se han incluido dentro de esta revisión debían cumplir al menos uno de los criterios de inclusión para ser considerado elegible; además, no se consideró ninguno de los documentos que cumplan al menos uno de los criterios de exclusión ya que podían causar sesgos o problemas durante la ejecución del siguiente paso de la revisión sistemática, dando como consecuencia, resultados erróneos para las siguientes fases, además, en el caso de que exista alguna discrepancia entre los investigadores, se examinó el estudio en conflicto y se buscó un consenso entre todos los investigadores.

En la Tabla 8 se muestra de manera detallada cuantos estudios fueron elegidos de cada una de las búsquedas manuales, así como también de las búsquedas automáticas en la cual se obtuvo un 74.36% de estudios primarios que corresponden a las búsquedas automáticas y un 25.64% de estudios primarios que corresponden a las búsquedas manuales, por lo tanto, este tipo de procesos demuestran cuán importante es realizar este tipo de revisiones sistemáticas.

Tabla 8. Cantidad de estudios según el tipo de búsqueda realizado en las librerías y conferencias

| Estudios Primarios seleccionados de la Búsqueda Automática | | | Porcentaje Incluidos | Estudios |
|--|--------------------|--------------------|----------------------|----------|
| Biblioteca digital | Estudios excluidos | Estudios Incluidos | Estudios Primarios | |
| IEEE Xplore | 237 | 13 | 33,33% | |
| ACM | 48 | 16 | 41,03% | |
| Subtotal | 285 | 29 | 74,36% | |
| Estudios Primarios seleccionados de la Búsqueda Automática | | | Porcentaje Incluidos | Estudios |

| Conferencia | Estudios excluidos | Estudios Incluidos | Estudios Primarios |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Psychol Res | 44 | 3 | 7,7% |
| Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization | 15 | 1 | 2,56% |
| Journal of Cognitive Enhancement | 39 | 3 | 7,7% |
| Neuropsychology Review | 26 | 1 | 2,56% |
| NeuroEngineering and Rehabilitation | 14 | 1 | 2,56% |
| Entertainment Computing | 18 | 1 | 2,56% |
| Subtotal | 156 | 10 | 25,64% |
| Total | 441 | 39 | 100% |

Del total de 441 estudios analizados, 402 han sido rechazados o excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión, mientras que, 39 estudios han sido aceptados en la revisión sistemática. Una vez seleccionados estos estudios, se aplica el protocolo que se planteó en secciones anteriores. De esta manera, en la excluidos muestra un resumen de los estudios analizados con relación en los estudios incluidos y excluidos, en una escala adecuada; de tal manera que, se puedan visualizar y presentar los datos de la mejor manera. Los datos obtenidos para esta esta revisión están disponibles bajo petición a los autores.

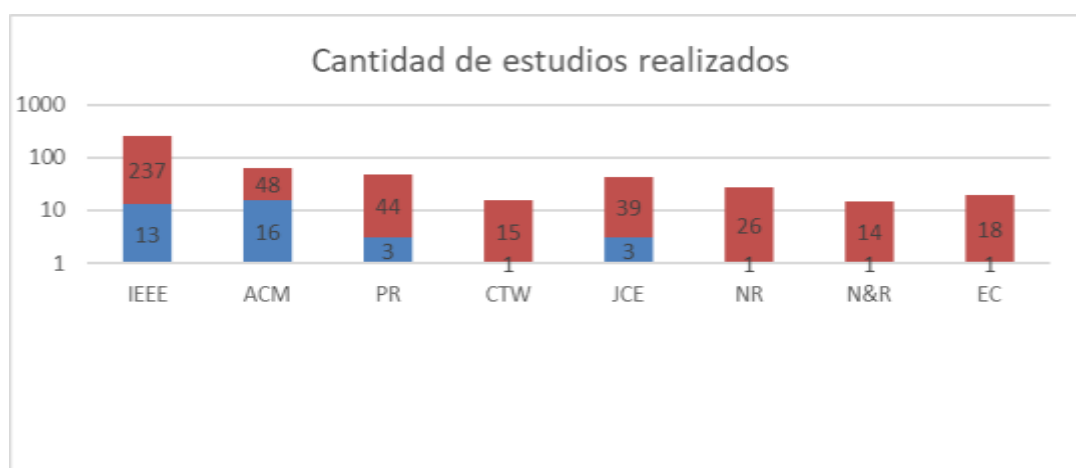


Figura 5. Número de estudios incluidos y excluidos durante la ejecución de la revisión sistemática. Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Evaluación de la calidad de la revisión

En esta fase, además de los criterios de inclusión/exclusión, se considera un cuestionario de escala Likert (Ospina, Sandoval, Aristizábal, & Ramírez, 2003) de tres puntos para evaluar la "calidad" de los estudios seleccionados basado en el número de citas de cada uno de ellos. La Tabla 9. Porcentajes de citas de los documentos obtenidos muestra los resultados de esta evaluación, de acuerdo al siguiente criterio para realizar su respectiva calificación:

- (-1), si el estudio no tiene citas
- (0), si el estudio tiene de una a tres citas
- (1), si el estudio posee más de tres citas

Además, para realizar el conteo de las citas, cabe resaltar que no se tomaron en cuenta las citas repetidas, se omitieron los estudios de tipo *capítulo*, debido a que sus citaciones no suelen ser contabilizadas para este tipo de revisiones.

Como parte final, se plantearon tres preguntas cerradas subjetivas y dos preguntas cerradas objetivas. Las preguntas subjetivas son: i) el estudio presenta soluciones tecnológicas que apoyan el entrenamiento cognitivo para adultos mayores; ii) el estudio presenta funciones cognitivas que están cubiertas con soluciones técnicas; iii) el estudio presenta soluciones de la academia o industria.

Las preguntas objetivas son: i) el estudio ha sido publicado en una revista o conferencia relevante; ii) el estudio ha sido citado por otros autores.

Tabla 9. Porcentajes de citas de los documentos obtenidos

| Descripción | Puntaje | Cantidad | Porcentaje |
|----------------|---------|----------|------------|
| No tiene citas | -1 | 12 | 30,77% |
| 1 a 3 Citas | 0 | 10 | 25,64% |
| Más de 3 citas | +1 | 17 | 43,59% |

3.3.3 Métodos de análisis y síntesis

Para realizar la evaluación de estos estudios se aplica un método de análisis cualitativo y cuantitativo para luego sintetizar los resultados obtenidos de manera cuantitativa, basado en la ejecución de 3 pasos:

1. Cada estudio primario debe responder a los 12 criterios de extracción
2. Contabilizar los resultados obtenidos en cada uno de los criterios de extracción de datos por cada pregunta de investigación
3. Para cada una de los criterios de extracción más relevantes e importantes, se elaboró un histograma el cual mostrará una representación de distribuciones de frecuencias, también

se elaboró un diagrama de burbujas para representar de manera gráfica las relaciones entre cada una de las sub-preguntas de investigación más relevantes de esta revisión.

4. De los resultados obtenidos en el Anexo 1, los cuales nos indican que el porcentaje obtenido por cada uno de los criterios exceden al 100%, en donde eso indica que se pueden tener varias alternativas a una solución por cada pregunta planteada, entonces con base en esto, se pueden realizar las siguientes observaciones sobre los criterios más relevantes:

En la Figura 6 se observa que las técnicas de estimulación cognitiva más utilizadas son: la atención, velocidad de procesamiento y la comprensión por lo que elaborar aplicaciones por medio de una metodología que sea enfocada a este tipo de técnicas, puede ser una solución de vital importancia.

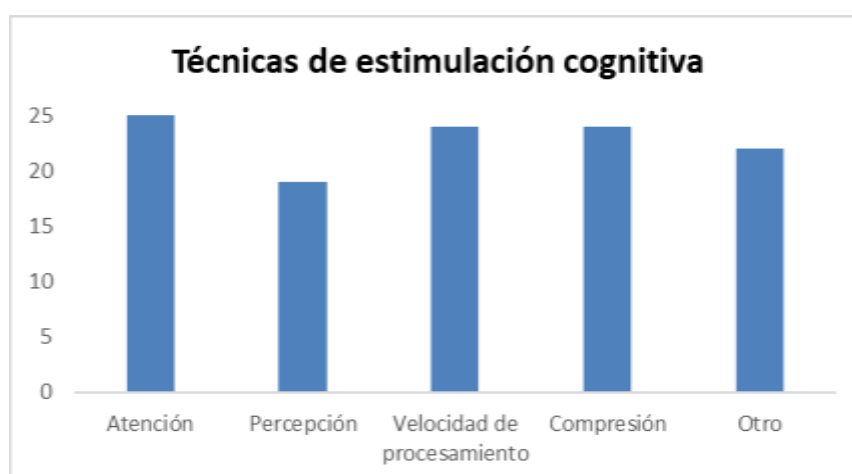


Figura 6. Técnicas de Estimulación Cognitiva. Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 7, se puede ver que el tipo de herramienta más empleada son los juegos, por lo que hay escases de aplicaciones, las cuales pueden ser destinadas a personas adultas mayores, las cuales puedan hacer uso de sus beneficios.



Figura 7. Tipo de Herramienta Empleada para elaborar una aplicación para soporte cognitivo. Fuente: Elaboración Propia

La Figura 8 muestra que el modelo para elaboración de software más usado es ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), por lo que el uso de DODDEL es exclusivo para juegos serios por lo que se podría hacer uso de una parte de este modelo para la elaboración de la metodología.

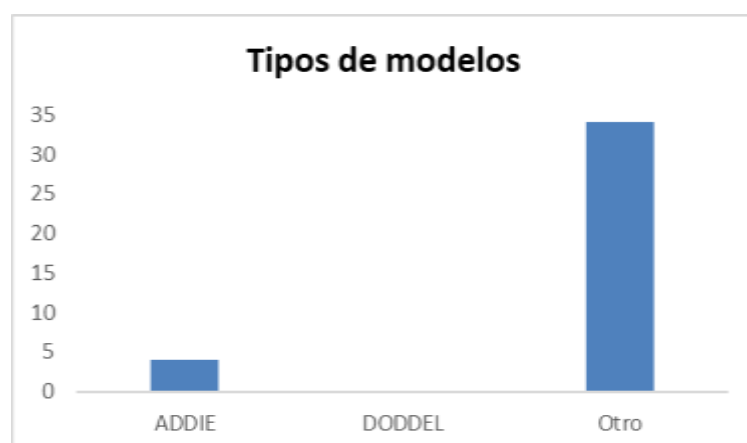


Figura 8. Tipos de modelos usados para realizar aplicaciones. Fuente: Elaboración Propia

Un 34% y 31% respectivamente están enfocadas al entrenamiento de atención y memoria, como se muestra en la Figura 9, es por esto que nuestra metodología está enfocada a estas áreas las cuales son las más necesitadas actualmente según nuestra revisión sistemática.



Figura 9. Habilidades cognitivas a ser entrenadas. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, en la Figura 10, se observa que no existe una metodología común para elaborar juegos serios, de los cuales podemos ver que 37 estudios de los 39 analizados, no hacen uso de una metodología, sino, utilizan fases del modelo ADDIE o en su defecto, todo el modelo para elaborar una aplicación. Entonces, a partir de esto, se puede decir que, es de vital importancia el elaborar una metodología para crear aplicaciones; la cual, pueda ser usada para crear aplicaciones futuras.

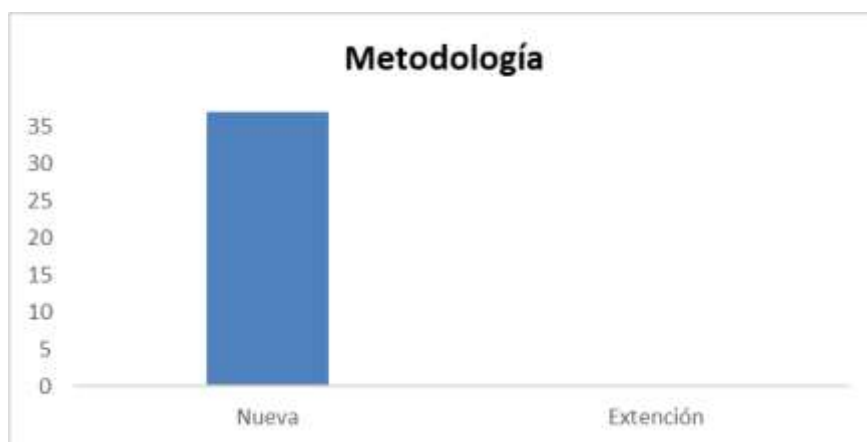


Figura 10. No hay una metodología en común para realizar aplicaciones que aporten al soporte cognitivo. Fuente: Elaboración Propia

Para obtener resultados a más detalle, se realizaron diagramas de burbujas entre los criterios de extracción más relevantes de esta revisión sistemática, obteniendo los resultados mostrados a continuación:

La Figura 11 presenta los factores que influyen en el desarrollo cognitivo (es decir, edad, enfermedades, otros) y el tipo de herramienta utilizada en el eje x (es decir, aplicaciones, juegos). Las funciones cognitivas (atención, percepción, procesamiento, comprensión, memoria, lenguaje, razonamiento, otras) se muestran en el eje y.

En esta revisión sistemática, se encontró que la mayoría de las soluciones que consideran la edad para su desarrollo están orientadas al entrenamiento de la atención y la memoria. Investigadores del envejecimiento cognitivo coinciden en que el rendimiento de la memoria comienza a disminuir a principios de la edad adulta y empeora con los años (Glisky, 2019). Desde una perspectiva neurocognitiva, esta disminución se explica por una cascada de cambios neurológicos y cognitivos, que comienzan con cambios a nivel neurológico, tales como reducciones en el volumen cerebral, cambios metabólicos, reducción en el flujo sanguíneo y alteraciones neuroquímicas (Anderson & Craik, 2000). Estos cambios neurológicos producen dos cambios cognitivos significativos: la reducción de los recursos de atención y la reducción de la velocidad de procesamiento, y los efectos en la memoria se manifiestan a través de déficits en la memoria prospectiva, el recuerdo, la reconstrucción del contexto y la memoria de trabajo. (Anderson & Craik, 2000).

Otro factor que es importante tener en cuenta al entrenar o evaluar las funciones cognitivas es la presencia de enfermedades concomitantes o condiciones de salud particulares. La demencia es una de las enfermedades cognitivas más comunes en adultos mayores, caracterizada por una disminución de la memoria, el lenguaje, la resolución de problemas y otras habilidades de pensamiento (World Health Organization, 2019). Sin embargo, el diagnóstico temprano es esencial para reducir la velocidad de deterioro, y se desarrollan nuevas habilidades tecnológicas. (Blasko, Lum, Harris, Blasko Drabik, & Halse, 2014; Lopez et al., 2018; Silva Neto, Cerejeira, & Roque, 2018; Zeng et al., 2018). Otros factores como el estrés, conducen a una enfermedad mental progresiva y exacerban el deterioro cognitivo. (Justice, 2018). Kalaivani, Jeyalakshmi, & Aarthi (2017) abordan la técnica de Neurofeedback mostrando un efecto positivo en el rendimiento de la memoria de las personas mayores para el estrés. Además, esta novedosa técnica mejora la capacidad de mantener la atención (Jirayucharoensak, Israsena, Pan-Ngum, & Hemrungronj, 2014).

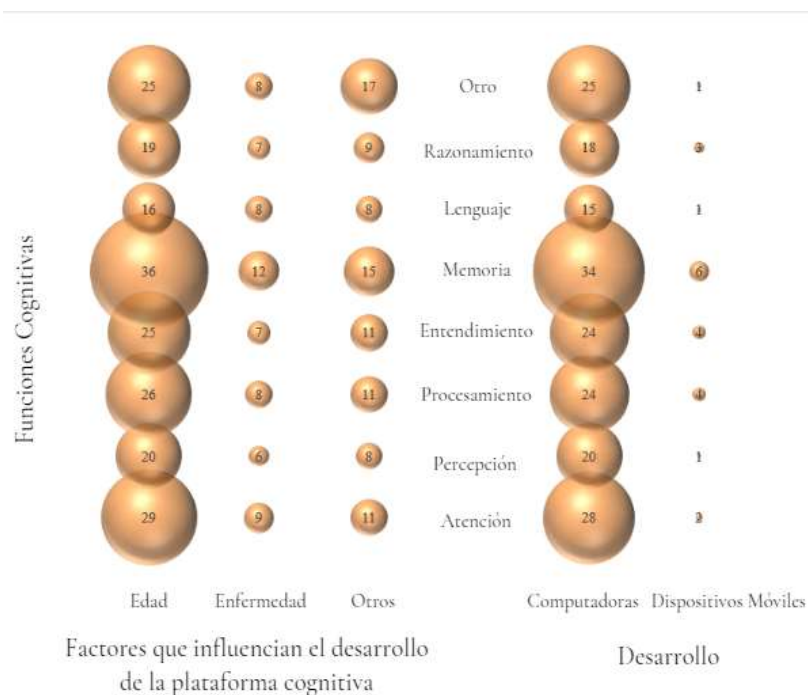


Figura 11 E-Health relacionada con funciones cognitivas. Fuente: Elaboración Propia

La Figura 12 muestra la plataforma de desarrollo en el eje “x”, y en el eje “y” se presenta el tipo de intervención o tratamiento en pacientes. Esta figura muestra que no hay varios estudios para ayudar al personal de salud a hacer un diagnóstico utilizando aplicaciones (Pang & Kwong, 2015) o juegos (Silva Neto et al., 2018; Tong & Chignell, 2014; Vasconcelos, Silva, Caseiro, Nunes, & Teixeira, 2012; Wilkinson, Tong, Zare, Kanik, & Chignell, 2018; Zeng et al., 2018). El diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas implica la combinación de técnicas como la neuroimagen o la aplicación de una batería neuropsicológica y requiere la evaluación del personal de salud. Los juegos serios ayudan porque los expertos pueden obtener información en tiempo real y pueden monitorear los cambios de comportamiento de los adultos mayores, y estas señales les ayudan a concluir el diagnóstico temprano (Wilkinson et al., 2018).

Por otro lado, se encontró que los juegos serios se han desarrollado más para la computadora, pero en las aplicaciones, no ha tenido mucha presencia. Además, se puede señalar que, tanto en aplicaciones como en juegos de escritorio, la atención y la memoria son las habilidades cognitivas más usuales para ser entrenadas, tienen mucha fuerza, en contraste con el lenguaje y el razonamiento.

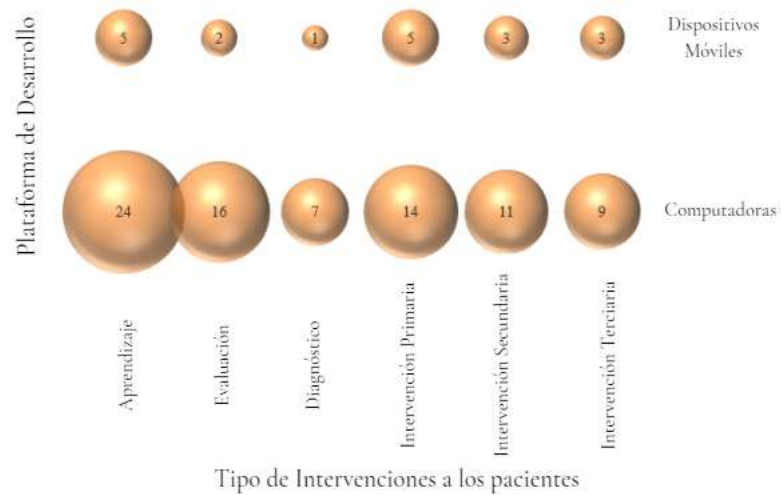


Figura 12. Profundidad de aprendizaje y funciones cognitivas. Fuente: Elaboración Propia

El eje de las abscisas en la Figura 13, muestra los enfoques de aprendizaje y las funciones cognitivas. Por otro lado, en el eje de las ordenadas, algunos factores influyen en el desarrollo cognitivo y las funciones cognitivas. En la Figura 13 se concluye que el aprendizaje profundo no se usa ampliamente con los ancianos, pero está relacionado con el aprendizaje superficial que tiene un mayor número de estudios. Se descubre que las funciones cognitivas que se pueden entrenar se colocan en un segundo plano con respecto a la enfermedad. La edad fue el factor que influye en el desarrollo cognitivo en la gran mayoría. Además, se puede ver que los juegos versus las aplicaciones tienen una mayor cantidad de estudios al momento de realizar una intervención del paciente. Por otro lado, es muy importante enfatizar que, con respecto a los tipos de intervención, faltan artículos o estudios relacionados al diagnóstico de los pacientes.

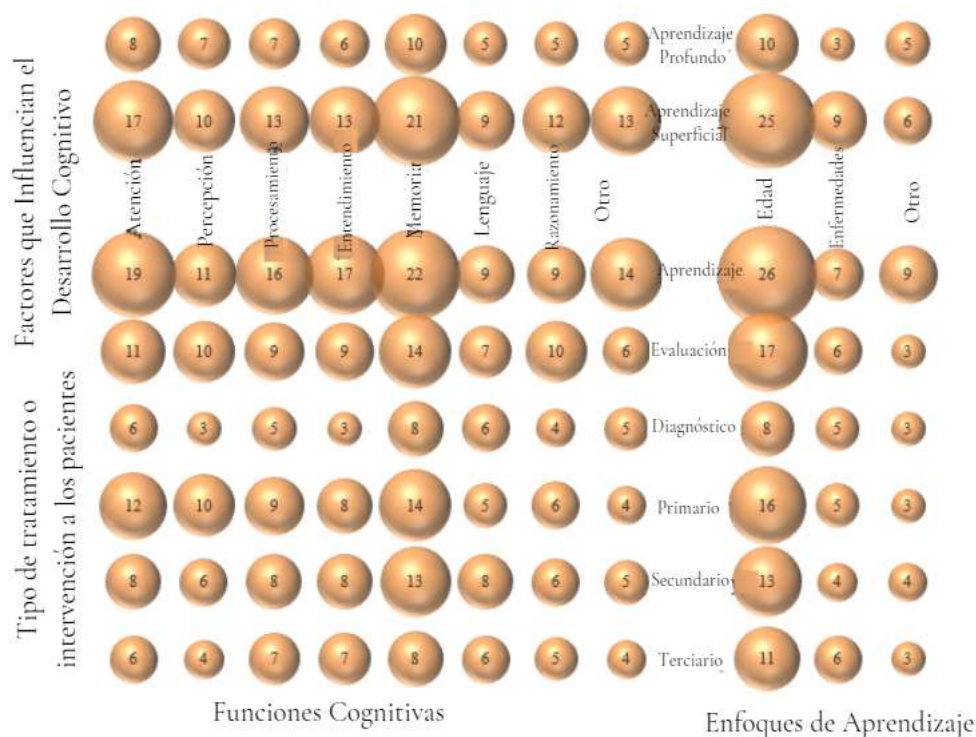


Figura 13. Niveles de intervención y funciones cognitivas. Fuente: Elaboración Propia

La Figura 14 muestra los tipos de intervenciones y el tipo de validación en el eje de las abscisas. El entorno de uso y las etapas de desarrollo en el eje de las ordenadas. Se puede además ver que, existen pocos estudios en los que se haya probado la validación del impacto que las aplicaciones tecnológicas tenían en las personas mayores mediante el uso de encuestas. Esto se debe a que muy pocos experimentos optan por ese tipo de evaluación, mientras que la mayoría utiliza estudios de caso o la técnica de validación de experimentos. Además, el número de estudios centrados en la detección de análisis cognitivos es mínimo. Se puede observar que el tipo de entorno de uso de estos juegos es deficiente. Si tenemos un único objetivo, no tenemos una gran cantidad de aplicaciones o juegos desarrollados para tal fin, por lo que este tipo de áreas sería vital para enfocarnos en entrenar un dominio cognitivo, por ejemplo, la atención y la memoria. Finalmente, en las etapas de desarrollo del juego, se pueden utilizar varios estudios para contribuir a áreas donde hay un desconocimiento. Por ejemplo, el desarrollo de aplicaciones o juegos, con un solo objetivo o incluso con varios objetivos, orientados al tipo de tratamiento e intervención del paciente.

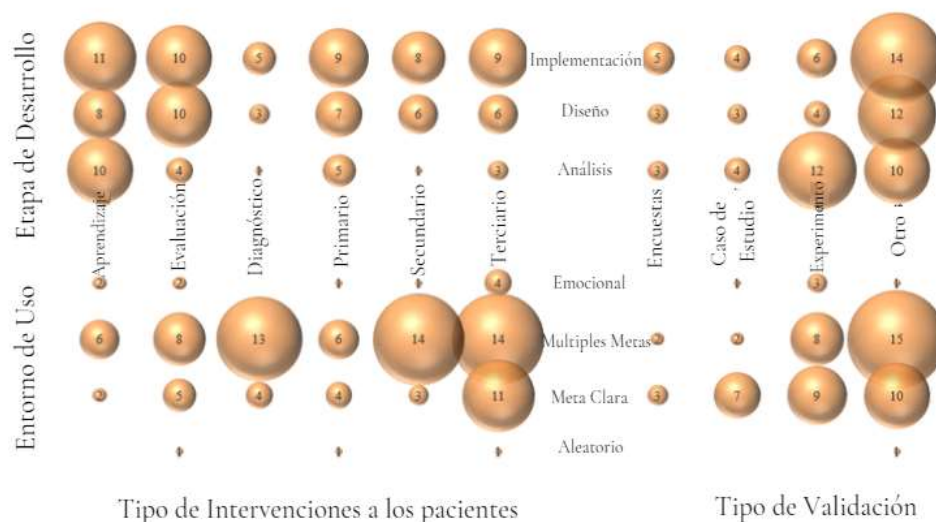


Figura 14. Enfoques de aprendizaje y características de los pacientes. Fuente: Elaboración Propia

3.4 Difusión de resultados

La revisión sistemática empezó con un total de 441 estudios obtenidos por medio de las búsquedas manuales y automáticas, de los cuales se descartaron 402 estudios por no cumplir con los criterios de inclusión planteados en secciones anteriores. Finalmente se obtuvieron 39 estudios los cuales cumplían con al menos uno de los criterios de inclusión y que fueron escogidos por los investigadores, ya que, al revisar sus metadatos, pueden proporcionar información valiosa para realizar este trabajo de titulación. Como resultado de estos estudios primarios, en la Figura 15, se puede observar que en su gran mayoría los estudios seleccionados corresponden a los años 2014, 2017 y 2018.



Figura 15. Estudios Primarios. Fuente: Elaboración Propia

Además, de forma adicional en la Figura 16, presenta el criterio de extracción 4: Tipos de modelos de software, los cuales son utilizados para proyectos de software. Se aprecia que los únicos modelos utilizados son ADDIE y DODDEL, de los cuales, el modelo ADDIE es utilizado por dos estudios, mientras que el DODDEL en ninguno de ellos, por lo que en la gran mayoría de estudios optan por utilizar sus propios modelos para sus proyectos. Esto evidencia la necesidad de realizar un modelo o metodología la cual pueda ser realizada de forma común para el desarrollo de aplicaciones para adultos mayores, los cuales tendrán consideraciones ya sea en la fase de diseño cómo también en la fase de análisis de requerimientos.



Figura 16. Tipos de Modelos. Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las sub-preguntas de investigación. Cabe destacar que, estas sub-preguntas responden a la pregunta siguiente el cual fue el objetivo principal para esta revisión.

¿Cómo permiten los juegos serios el entrenamiento de las funciones cognitivas en adultos mayores?

RSQ1: ¿Qué tipo de soluciones tecnológicas apoyan el entrenamiento cognitivo para adultos mayores?

- Las tecnologías más usadas para apoyar al entrenamiento cognitivo son: el uso de sensores para realizar juegos, los cuales proporcionan un diagnostico asociado a cada uno de los pacientes que hicieron uso de este tipo de juegos. También, el uso de aplicaciones móviles que, en este caso, se observaron por los gráficos de la Figura 12 la cual indica que no hay gran variedad de aplicaciones orientadas hacia el entrenamiento cognitivo de las personas adultas. Finalmente, el uso de tablets tenía un gran impacto para este tipo de población, porque su diseño está orientado hacia los adultos mayores

y muchas de las veces el color, el tipo de interfaz, tamaño de botones, etc., no son los idóneos para este grupo de personas. Esto debido a que, al realizar una aplicación para personas entre 20 y 50 años, no es lo mismo que realizar una aplicación para una persona adulta de 65 años en adelante.

- El uso de juegos orientados a hacer entrenamiento de cualquier habilidad cognitiva, posee una mayor cantidad de estudios que las tecnologías citadas anteriormente, como se observó en la Figura 11. Debido a que, para una organización es más fácil realizar un juego dentro de un aula recreativa en contraste al desarrollo de una aplicación móvil que debe poseer un presupuesto y así mismo, el peligro de lograr o no su objetivo final de entrenar las habilidades cognitivas de las personas que van a hacer uso de la misma.

RSQ2: ¿Qué funciones cognitivas están cubiertas con soluciones técnicas?

- La mayor cantidad de estudios cubren las funciones cognitivas de atención y memoria como se puede ver en la Figura 9. Esto se debe a que, en la mayoría de los casos, las personas adultas mayores al alcanzar determinada edad, pierden este tipo de funciones cognitivas. Por lo tanto, es de vital importancia realizar aplicaciones que ayuden a entrenar las habilidades que se pierden con el tiempo.
- Además, de la Figura 12 se concluye, que el lenguaje es una de las funciones cognitivas con menos estudios y con menor cantidad de desarrollo de aplicaciones. Por ello, esta podría ser una de las áreas potenciales para el desarrollo de aplicaciones que ayudarían a las personas adultas que son propensas a perder esta habilidad cognitiva.

RQ3 ¿Cómo abordan estas soluciones la academia y la industria?

- La mayoría de estudios revisados fueron dados por medio de encuestas, experimentos controlados y casos de estudios, de los cuales la solución planteada y sus resultados eran interpretados por los expertos para determinar si la solución que planteaban tenía un impacto positivo o negativo con su población.

CAPÍTULO 4.

METODOLOGÍA ADE2

En este capítulo se aborda la metodología ADE2, que tiene como objetivo crear aplicaciones tecnológicas que representan una ayuda, para que los profesionales de la salud cognitiva puedan apoyarse en ellas hacia la búsqueda de la mejora de la atención y memoria de los adultos mayores no institucionalizados.

Sommerville (2016) define a la Ingeniería de Software como una disciplina que aplica los procesos de producción de software, para la especificación de un sistema desde sus etapas iniciales hasta la puesta en funcionamiento. Por otro lado, Pressman (2002) la define como un conjunto de prácticas y herramientas que permite a los profesionales, desarrollar software de alta calidad.

Por ello, se puede desprender que la Ingeniería de Software permite la utilización de prácticas, métodos y herramientas para una producción de software de alta calidad. Además, la Metodología ADE2 brinda la posibilidad de producir juegos serios enfocados a adultos mayores no institucionalizados, mientras asegura la calidad de los mismos, alineada con las metodologías ADDIE y DODDEL.

La Metodología ADE2, está desarrollada bajo el lenguaje de meta-modelado: *Software and System Process Engineer Method* (SPEM 2.0) mismo que fue creado por el grupo *Object Management Group* OMG (2008); el cual, es definido como un lenguaje *Uniform Model Language* (UML). La ventaja de SPEM es que se puede representar un conjunto de pasos como componentes, para describir los procesos de software, lo que permite tener una representación estandarizada y apoyar a la promulgación de un proceso para proyectos de desarrollo.

4.1. Contexto

Esta metodología permite a los ingenieros de software desarrollar aplicaciones de juegos serios que tienen como fin, ayudar al personal clínico en el entrenamiento o rehabilitación de la atención y memoria de los adultos mayores. Además, ADE2 puede ser aplicada a dominios de ingeniería de software para ayudar, y ser adaptable de manera sencilla a profesionales en el área de la salud. Esta metodología se ha alineado con las metodologías ADDIE (Bhushan & Bhushan, 2006a) y DODDEL (McMahon, 2007). Además, brinda un apoyo sustancial en la búsqueda de soluciones para apoyar a un sector vulnerable de la sociedad como es el de los adultos mayores.

4.2. Bases de la Metodología

ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación) es un proceso iterativo de diseño instruccional, donde los resultados de la evaluación formativa de cada fase, pueden llevar al diseñador instruccional a cualquier fase previa (Bhushan & Bhushan, 2006a). Esta metodología cuenta con ventajas de ser un modelo que puede adaptarse de acuerdo a las necesidades del dominio.

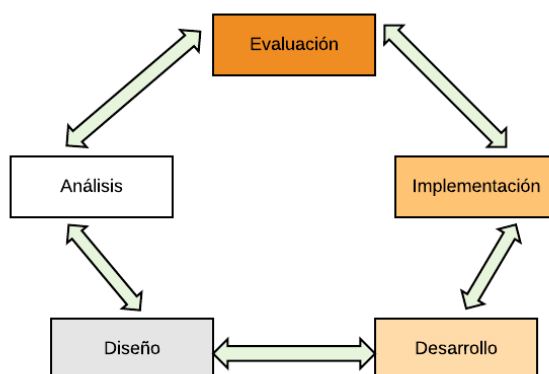


Figura 17. Fases de la metodología ADDIE. Fuente: Elaboración Propia

DODDEL es una metodología fundamental para la creación de juegos serios debido a que enfatiza los juegos como el medio de instrucción y un alto nivel de documentación. Además, es lo suficientemente inclusiva como para incluir la multiplicidad de enfoques de aprendizaje y estilos de juego disponibles para el diseñador (McMahon, 2007).

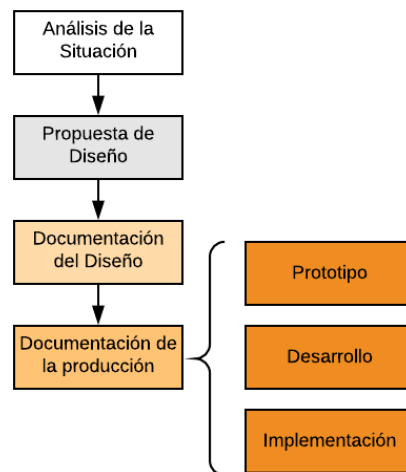


Figura 18. Fases de la metodología DODDEL. Fuente: Elaboración Propia

4.3. Metodología Propuesta

La metodología ADE2, propuesta en este trabajo tiene como fin, guiar el proceso de desarrollo de juegos serios enfocados en adultos mayores no institucionalizados. Para ello, se utilizó el lenguaje de modelado SPEM 2.0 y sus especificaciones, con el fin de representar de manera gráfica la metodología como un método de Ingeniería de Software como se muestra en la Figura 19.

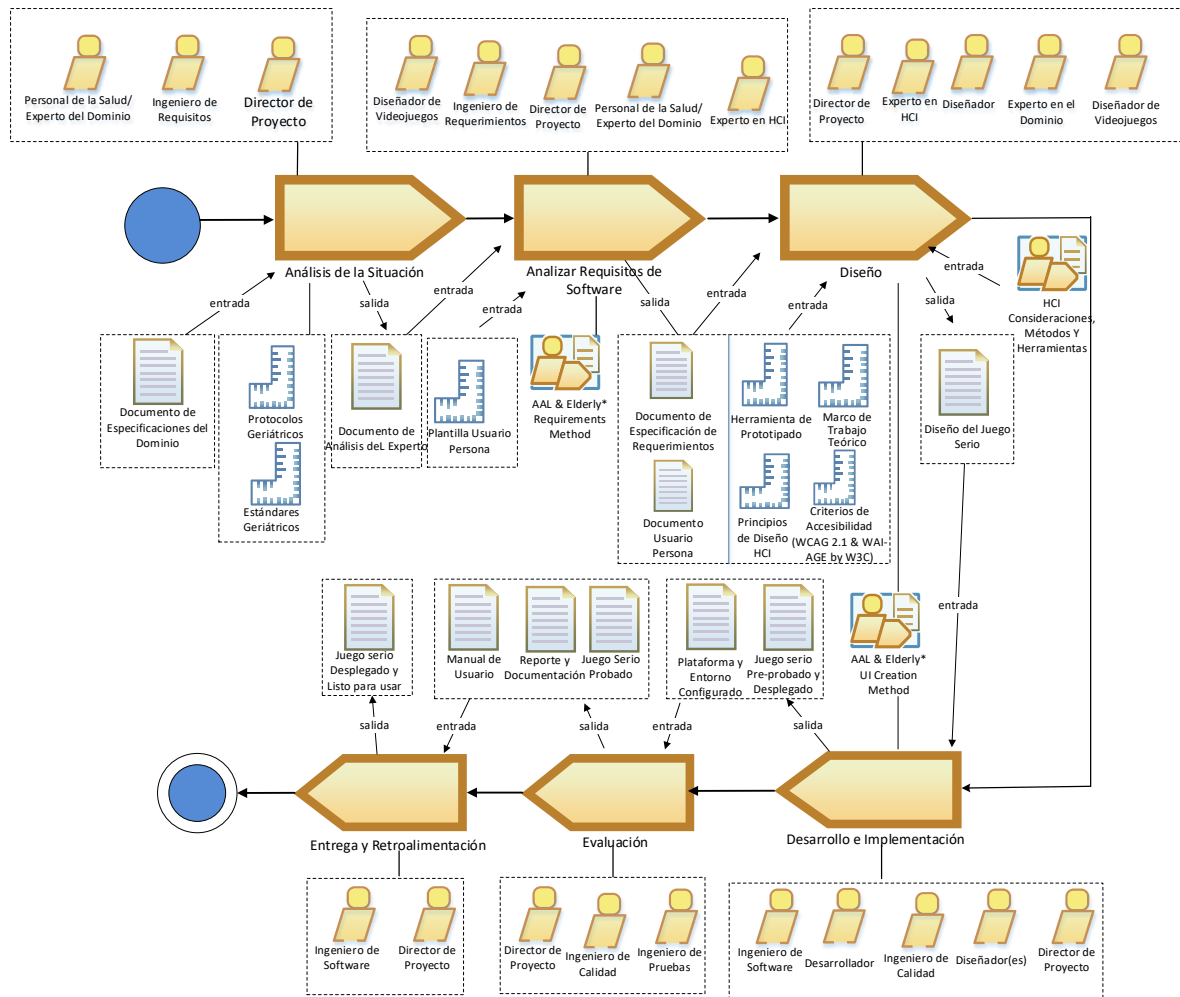


Figura 19 Metodología ADE2. Fuente: Elaboración Propia

4.3.1 Descripción de Roles Involucrados en la Metodología

Experto en el Dominio

Un experto en el dominio es una persona que posee conocimientos en un tema determinado, en este caso, debe poseer estudios en temas de salud y psicología orientado a adultos mayores.

Según Campbell (2013) un experto en el dominio posee las siguientes características:

- Es una persona que posee los conocimientos o habilidades dentro de un área en particular.
- Es un término que es usado con frecuencia en el desarrollo de software, el cual, hace referencia al término del dominio dentro de un área en específico, más no al dominio de software.

Ingeniero de Requisitos

Según el libro *Requirements Engineer* (2006), un ingeniero de requisitos, se encarga de obtener, analizar y documentar los requisitos de un sistema o aplicación a ser desarrollada, con el fin de resolver un problema en concreto.

Dentro de la metodología ADE2, el ingeniero de requisitos es la persona encargada del proceso de elicitación de requerimientos, en otras palabras, analizará y transmitirá los requerimientos que la aplicación debe tener.

Director del Proyecto

Ser el gerente del proyecto es una de las tareas más importantes, ya sea por su variada actividad dentro de cada una de las fases asociadas en la elaboración del proyecto, como también, por la responsabilidad de ser el guía del proyecto durante todas sus fases. Es por esto, que según Kalinova (2008) algunas de las competencias que un director tiene a cargo están listadas a continuación:

Tabla 10 Actividades Director de Proyecto

| Campo de Competencia | Competencia administrativa | Característica |
|------------------------|---|--|
| Orientación al Cliente | Orientación al cliente | Aumenta el valor de la empresa sobre la comprensión de los clientes y el mercado en que opera |
| | Orientación al Proyecto | Requiere la habilidad participar en un pensamiento complejo, que incluye habilidades analíticas y conceptuales. |
| Proyecto | Gestión de cambio | Esta característica se encarga de transformar la empresa de acuerdo con los nuevos desafíos. |
| | Comportamiento según los valores estratégicos | Demuestra el cumplimiento de las palabras y actos, que se manifiesta por la consistencia entre lo que dice y que hace el director de proyecto. |
| | Gestión de cambio | Demuestra esta competencia cuando se desea desarrollar las |

| | | |
|----------|--------------------|--|
| | | habilidades de otros con el fin de hacer crecer a la mayor cantidad de gente. |
| | Gestión de Equipos | Es capaz de concentrarse, guiar y construir equipos efectivos, además incluye la capacidad de gestionar equipos multifuncionales, corporativos o de proyectos, así como equipos en la estructura de línea. |
| Eficacia | Cooperación | Está motivado para trabajar con colegas, socios y otros sobre el cumplimiento de los objetivos corporativos, es decir posee el don de hacer trabajo en equipo y transmitir sus ideales para hacer crecer a la empresa. |

Diseñador de Videojuegos

Un diseñador de videojuegos es aquel que, diseña las reglas del juego directamente, además de la experiencia del jugador. Cuando se producen cambios en el diseño del juego, un diseñador de juegos tiene la necesidad de adoptar nuevos principios de diseño o cambiar entre cuentas normativas de acuerdo con el proyecto. Finalmente, el trabajo de diseño trata de buscar un cambio (Kultima, 2015).

Experto en Interacción Humano – Computador (HCI)

El experto en HCI es aquel que trata de desarrollar nuevos dispositivos y estilos de interacción, que, a su vez, integran las capacidades del lenguaje natural entre personas basándose en la similitud que existe entre emisor y receptor, para compartir unos conceptos y un contexto (Marcos, 2001). El Experto en HCI se enfoca en:

- El hardware y el software y cómo afectan a la interacción.
- Los modelos mentales de los usuarios frente al modelo de la máquina.
- Las tareas que desempeña el sistema y su adaptación a las necesidades del usuario.
- El diseño, que debe estar dirigido al usuario y no a la máquina (*user-centered design*).
- El impacto organizacional, que deberá ser positivo.

Ingeniero de Calidad

El Ingeniero de calidad en Ingeniería del Software proporciona el cumplimiento de los requerimientos contractuales por parte del producto desarrollado, así como el proceso de desarrollo. Este proceso de calidad se obtiene mejorando día tras día el proceso de producción, mantenimiento y gestión del software. Para optimizar la calidad de los productos y/o servicios es preciso conocer al cliente y sus necesidades, conocer la competencia y poseer un modelo de calidad. Esto último permitirá incrementar la fiabilidad, reducir el mantenimiento, aumentar la satisfacción del cliente (Carrizo & Alfaro, 2018).

Ingeniero de Sistemas

El Ingeniero de Sistemas es aquel que desarrolla una actividad en todos los aspectos relacionados con el procesamiento, tratamiento y transmisión de datos e información (Ramírez et al., 2014). Se debe recalcar que, la herramienta principal de un Ingeniero de Sistemas no es un computador, sino sus capacidades para abstraer problemas y estructurar soluciones por medio de la tecnología (González, 2017).

Desarrollador

Los programadores informáticos crean instrucciones para que una computadora se ejecute escribiendo y probando código, lo que permite que las aplicaciones y los programas de software funcionen con éxito. Los programadores de computadoras usan lenguajes especializados para comunicarse con computadoras, aplicaciones y otros sistemas para hacer que las computadoras y las redes de computadoras realicen un conjunto de tareas específicas (Curtis, 2020a).

La programación de computadoras es el proceso que los profesionales usan para escribir código que, instruye el desempeño de una computadora, aplicación o programa de software. En su forma más básica, la programación de computadoras es un conjunto de instrucciones para facilitar acciones específicas. Los programadores informáticos crean instrucciones para que una computadora se ejecute escribiendo, y probando código que permite que las aplicaciones y los programas de software funcionen con éxito (Curtis, 2020a).

Ingeniero de Pruebas

Los ingenieros de pruebas son aquellos que, cumplen con un proceso de evaluación, en el que, se trata de identificar si un sistema específico cumple con los requisitos originalmente especificados o no. Es principalmente un proceso, que abarca el proceso de validación y verificación, en donde se prueba si el sistema desarrollado cumple con los requisitos definidos por el usuario. Por lo tanto, esta actividad da como resultado una diferencia entre lo obtenido en realidad y lo esperado. Las pruebas de software se refieren a la búsqueda de errores, requisitos faltantes en el sistema o software desarrollado (Jamil, Arif, Abubakar, & Ahmad, 2017).

4.3.2 Análisis de la Situación

La primera fase de la metodología ADE2 permite conocer el estado actual de los usuarios finales desde la percepción de un experto del personal de la salud. Está compuesta por tres roles, tres guías de entrada y se obtiene un documento de salida, para su mejor comprensión de esta fase en la Figura 20 se puede observar las tareas asociadas.

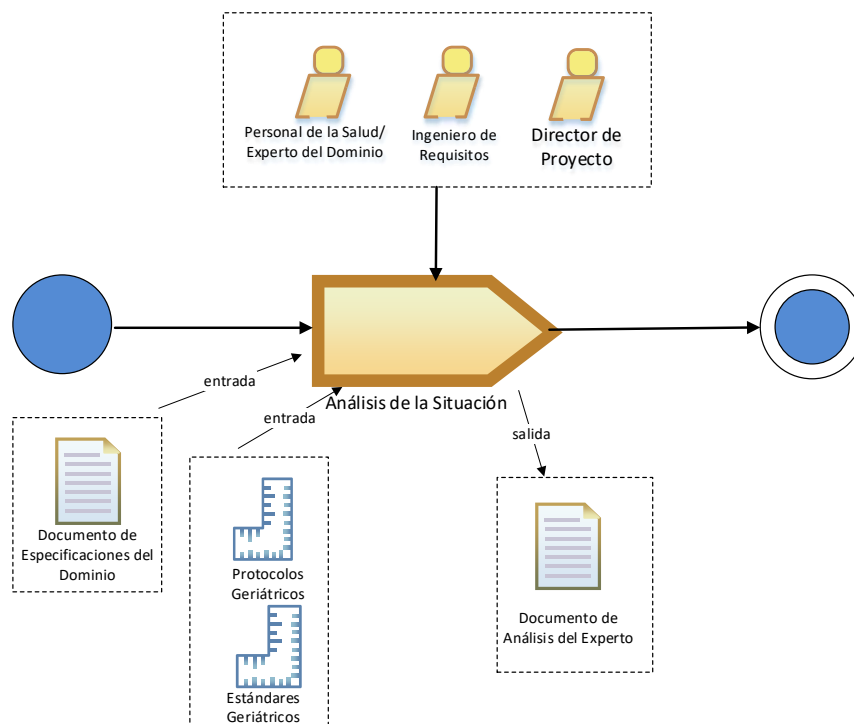


Figura 20. Fase de Análisis de la Situación. Fuente: Elaboración Propia

La fase de análisis de la situación se compone de una tarea: la generación del documento de análisis de la situación; de la cual, se puede ver los distintos roles, guías, estándares y producto final que se obtiene dentro de esta tarea.

El análisis de la situación está soportado por tres roles los cuales son: 1) experto en el dominio, 2) ingeniero de requisitos y 3) el director del proyecto; quienes tienen como entrada el documento de especificación del dominio, protocolos y estándares geriátricos y como salida de esta actividad el documento de análisis del experto.

Guías en la fase de Análisis de la Situación

Dentro de esta fase se utilizan tres guías para el apoyo de la construcción del documento de análisis de la situación: la primera es el documento de análisis de la situación, la segunda son los protocolos geriátricos y, la tercera, los estándares geriátricos.

Documento de Análisis del Dominio

La plantilla para el documento de análisis del dominio es un documento análogo a lo que dentro de la Ingeniería de software se conoce como plantilla de requerimientos, del cual existen varios formatos que se toman en cuenta. Cabe recalcar que esta es una iniciativa propuesta para esta metodología.

El análisis del dominio puede ser adaptado a este documento de especificación de requerimientos mencionado anteriormente, ya que este documento es el paso inicial para obtener el documento de análisis de requerimientos. Dentro de este entregable, se puede tener la suficiente información a partir de la plantilla de Wiegers (1999) cuyo contenido sería adaptado para obtener como salida el documento de dominio de la situación, como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11 Contenido del documento dominio de la situación

| Apartado | Ítems |
|-------------------------|---|
| Introducción | 1.1 Propósito |
| | 1.2 Descripción del problema |
| | 1.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas |
| Descripción del entorno | 2.1 Ambiente de aplicación |
| | 2.2 Tipo de entorno de aplicación |
| | 2.3 Limitantes de aplicación |
| Usuarios | 3.1 Tipos de usuarios |
| | 3.2 Documentación de los usuarios |
| | 3.3 Características y principales problemas de los usuarios |
| Requisitos de Usuario | 4.1 Requisito de usuario 1 |
| | 4.2 Requisito de usuario 2 |
| | 4.3 Requisito de usuario n |

Protocolos y Estándares Geriátricos

De igual manera, este documento de protocolos y estándares geriátricos es una iniciativa de esta metodología. En la Tabla 12, se muestran los posibles contenidos que son adecuados para este documento con el fin de poseer una guía. Además, dichos contenidos pueden variar según el criterio de los actores.

Tabla 12 Contenido protocolo geriátrico

| Apartado | Descripción |
|----------------------------------|--|
| Índice | Dentro de este capítulo, se contiene el índice del documento. De igual manera puede contener posibles índices de tablas, figuras, etc. |
| Introducción | Contiene la problemática que será tratada en base al documento de Análisis del dominio, junto a una pequeña descripción del problema a tratar |
| Glosario | Se proporciona información sobre los distintos términos usados dentro de este documento |
| Protocolos geriátricos | Se describe que tipos de protocolos geriátricos deben ser aplicados según el experto en salud considera que son idóneos aplicar de acuerdo al documento de análisis del dominio. |
| Estándares geriátricos | Se proporcionan los tipos de estándares geriátricos a aplicar dependiendo del tipo de usuarios, los cuales van a hacer uso de la aplicación |
| Requerimientos de Usuario | Se proporcionan los requerimientos de los usuarios a más alto nivel, es decir que, a partir de los requerimientos obtenidos en el documento de análisis del dominio, modelarlos y describirlos de una manera más general para su posterior uso dentro del documento de análisis de requerimientos. |

Productos de trabajo en la fase de análisis de la situación

Documento de Análisis del Experto

Este producto es el resultado de las labores del experto en el dominio, ingeniero de requisitos y del director del proyecto dentro de la sub-tarea análisis de la situación. Este documento tiene como objetivo dar a conocer los distintos requisitos que debe cumplir la aplicación en sus próximas fases.

4.3.3 Análisis de Requerimientos de Software

Durante esta fase se define el problema y se identifica de dónde éste proviene para que se pueda brindar posibles soluciones. Los resultados de esta fase a menudo incluyen los objetivos de instrucción y una lista de tareas a instruir. Estas salidas serán las entradas para la fase de diseño (Bhushan & Bhushan, 2006a). Dentro de esta fase se encontrarán cinco roles, cuatro entradas y seis salidas entre las que están cinco plantillas y el documento de especificación de requerimientos.

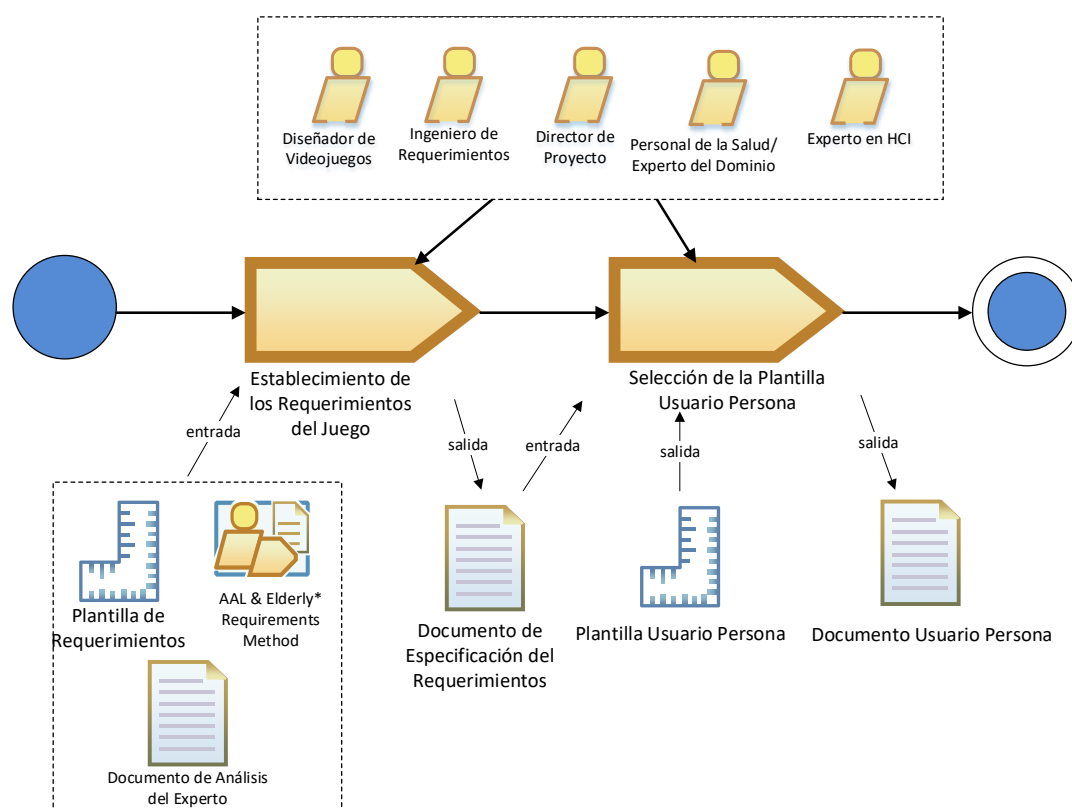


Figura 21. Fase de Análisis de Requerimientos de Software. Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 21, se encuentran cinco roles: i) director de proyecto, ii) diseñador de juegos, iii) ingeniero de requerimientos, iv) personal de la salud (experto del dominio), v) experto de HCI; quienes tienen como entrada en la fase de los requerimientos del juego el documento de análisis del experto, la plantilla de requerimientos y el método de Requerimientos AAL para adultos mayores. Como salida de esa fase se encuentra el documento de especificación de requerimientos. Para la segunda fase llamada selección de la plantilla usuario persona, se tiene como entrada, el documento de especificación de requerimientos y el documento usuario persona.

Guías en la fase de Análisis de requerimientos de software

En esta fase del análisis de requerimientos, los roles de acuerdo a las entradas especificadas en el análisis de la situación y a las salidas deben desarrollar el documento de especificación de requerimientos.

Plantilla Para especificación de Requerimientos

Para realizar una correcta especificación de requerimientos, se deben seguir estándares, uno de ellos es el IEEE 830 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008), el cual brinda la especificación de requisitos. Sus pasos son detallados en la Tabla 13.

Tabla 13 Contenido Plantilla especificación de requerimientos Std. IEEE 830

| Introducción | |
|---|--|
| Propósito | Define el propósito del documento de Especificación de Requisitos Software (ERS) y se especifica a quién va dirigido el documento. |
| Ámbito del Sistema | Se da un nombre al futuro sistema (p. ej., MiSistema) |
| | Se explica el propósito del sistema. |
| | Se describen los beneficios, objetivos y metas. |
| | Se referencian todos los documentos de nivel superior. |
| Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas | Esta sección define todos los términos, acrónimos y abreviaturas utilizadas en la ERS. |
| Referencias | En esta subsección se mostrará una lista completa de todos los documentos referenciados en la ERS. |
| Visión General del Documento | Esta subsección describe brevemente los |

contenidos y la organización del resto de la ERS.

Descripción del Problema

Perspectivas del Producto

Esta subsección debe relacionar el futuro sistema (producto software) con otros productos. Si el producto es totalmente independiente de otros productos, también debe especificarse aquí.

Funciones del Producto

Muestra un resumen, a grandes rasgos, de las funciones del futuro sistema.

Las funciones deben mostrarse de forma organizada, y pueden utilizarse gráficos, siempre y cuando dichos gráficos reflejen las relaciones entre funciones y no el diseño del sistema.

Características de los Usuarios

Describe las características generales de los usuarios del producto, incluyendo nivel educacional, experiencia y experiencia técnica.

Restricciones

Esta subsección describirá aquellas limitaciones que se imponen sobre los desarrolladores del producto. (p. ej., políticas de la empresa, limitaciones del hardware, Interfaces con otras aplicaciones, operaciones paralelas)

Suposiciones y Dependencias

Subsección de la ERS que describen aquellos factores que, si cambian, pueden afectar a los requisitos.

Requisitos Futuros

Esta subsección esbozará futuras mejoras al sistema, que podrían analizarse e implementarse en un futuro.

Requisitos Específicos

Interfaces Externas

Se describirán los requisitos que afecten a la interfaz de usuario, interfaz con otros sistemas (hardware y software) e interfaces de comunicaciones.

Funciones

Esta subsección (quizá la más larga del documento) deberá especificar todas aquellas acciones (funciones) que deberán llevar a cabo el software. Normalmente (aunque no siempre), son aquellas acciones expresables como “el sistema deberá ...”. Si se considera necesario, podrá utilizar notaciones gráficas y

| | |
|----------------------------------|---|
| | tablas, pero siempre supeditadas al lenguaje natural. |
| Requisitos de Rendimiento | Se detallan los requisitos relacionados con la carga que se espera tenga que soportar el sistema |
| Restricciones de Diseño | Todo aquello que restrinja las decisiones relativas al diseño de la aplicación: Restricciones de otros estándares, limitaciones del hardware, etc. |
| Atributos del Sistema | Se detallarán los atributos de calidad (las “utilities”) del sistema: fiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, y, muy importante, la seguridad. Deberá especificar qué tipos de usuario están autorizados, o no, a realizar ciertas tareas, y cómo se implementarán los mecanismos de seguridad. |
| Otros Requisitos | Cualquier otro requisito que no encaje en otra sección. |

Apéndice

El Método de Requerimientos AAL

Este documento es considerado como trabajo futuro ya que existen diversos factores a ser tomados en cuenta al momento de recolectar los requerimientos para ambientes de vida asistida (AAL).

Plantilla Usuario Persona

Dentro de esta plantilla se incluyen los datos personales de cada uno de los posibles usuarios de la aplicación. Además, se podría incluir información adicional como la siguiente: sus hobbies, color favorito, sus miedos, motivaciones, etc. Este tipo de información depende del tipo de plantilla elegida, la cual puede tener información similar a la figura que se muestra a continuación.

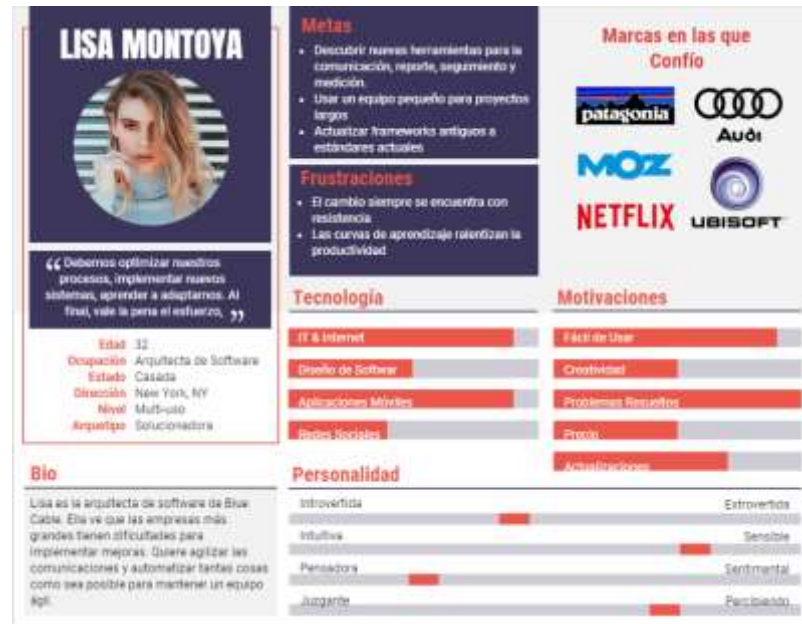


Figura 22 Ejemplo plantilla usuario persona. Fuente: Elaboración propia

Documento Usuario Persona

En este documento se recopila la información de todos los “usuarios finales tipo” recolectados con la plantilla realizada en paso anterior. Esto con el fin de analizar hacia quienes se debe dirigir el modelo y cómo este debe estar diseñado para que cumpla las necesidades de todos ellos.

Productos de trabajo en la fase de requerimientos de software

Documento de Especificación de Requerimientos

Para Pressman (2002), en el proceso de análisis de requerimientos del software se puede identificar cinco tareas o etapas:

Tabla 14 Contenido documento especificación de requerimientos

| Paso | Descripción |
|------------------------------------|---|
| Reconocimiento del problema | Se deben de estudiar inicialmente las especificaciones del sistema y el plan del proyecto del software. Realmente se necesita llegar a comprender el software dentro del contexto del sistema. El analista debe establecer un canal adecuado de comunicación con el equipo de trabajo involucrado en el proyecto. En esta etapa la función primordial |

Evaluación y síntesis

del analista en todo momento es reconocer los elementos del problema tal y como los percibe el usuario.

En esta etapa el analista debe centrarse en el flujo y estructura de la información, definir las funciones del software, determinar los factores que afectan el desarrollo de nuestro sistema, establecer las características de la interfaz del sistema y descubrir las restricciones del diseño. Todas las tareas anteriores conducen fácilmente a la determinación del problema de forma sintetizada.

Modelización

Durante la evaluación y síntesis de la solución, se crean modelos del sistema que servirán al analista para comprender mejor el proceso funcional, operativo y de contenido de la información. El modelo Ingeniería de Requerimientos Herramienta para Implementar LEL y Escenarios, servirá de pilar para el diseño del software y como base para la creación de una especificación del software.

Especificación

Las tareas asociadas con la especificación intentan proporcionar una representación del software. Esto más adelante permitirá llegar a determinar si se ha llegado a comprender el software, en los casos que se lleguen a modelar se pueden dejar plasmados manuales.

Revisión

Una vez que se han descrito la información básica, se especifican los criterios de validación que han de servir para demostrar que se ha llegado a un buen entendimiento de la forma de implementar con éxito el software. La documentación del análisis de requerimientos y manuales, permitirán una revisión por parte del cliente, la cual posiblemente traerá consigo modificaciones en las funciones del sistema por lo que deberán revisarse el plan de desarrollo y las estimaciones previstas inicialmente.

Documento de Usuario Persona

Este documento contiene la información de los usuarios, en este caso adultos mayores, en donde se obtiene la información necesaria para la fase de diseño, debido a que muchas de las veces, al no conocer a los usuarios, los diseñadores tienden a hacer bocetos o prototipos

basados en su experiencia, sin tener en cuenta las consideraciones necesarias por parte de los usuarios. Con este documento lo que se busca es dar una idea más clara al equipo de diseño sobre cuáles son los componentes, por ejemplo: color, botones, tamaño de letra, etc. que deben ser considerados para realizar el prototipo, ganando con esto el no volver a la fase de diseño de las interfaces de usuarios en varias ocasiones y tratar de ahorrar la mayor cantidad de tiempo posible a esta fase.

4.3.4 Diseño

Esta fase está compuesta por ocho roles, ocho guías de entrada y dos productos como salida. Para mejor comprensión de esta fase, en la Figura 23, se puede observar las tareas asociadas.

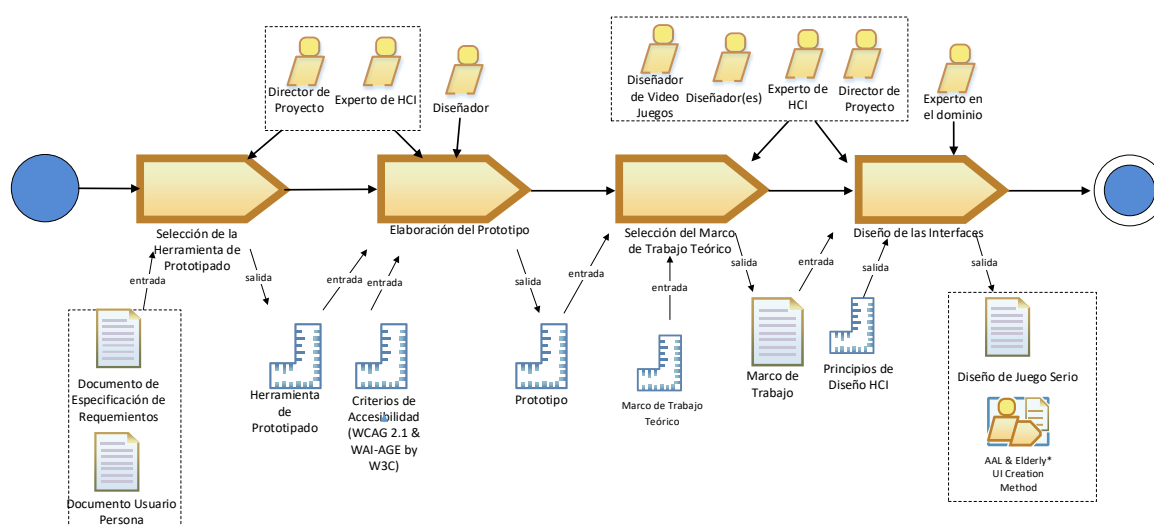


Figura 23. Fase de Diseño. Fuente: Elaboración Propia

La fase de selección de diseño, se compone de cuatro tareas: i) selección de herramienta de prototipado, ii) elaboración del prototipo, iii) selección del marco de trabajo teórico y iv) diseño de interfaces; de las cuales, se pueden distinguir los roles, guías y producto final que se obtiene dentro de esta subtask.

Selección de herramienta de prototipado, soporta dos roles los cuales son: i) el director del proyecto y el ii) experto en HCI; quienes tienen como entrada el documento de especificación de requerimientos y plantilla usuario persona, y como producto la herramienta de prototipado.

Dentro de la elaboración de prototipo se soportan tres roles que son: i) el director del proyecto, el ii) experto en HCI y el iii) diseñador, quienes tienen como entrada los criterios de accesibilidad "WCAG 2.1 & WAI-AGE by W3C" (Arch, 2008), y como salida el prototipo de la aplicación.

La selección del marco de trabajo teórico necesita la intervención de Ingenieros del Software, este rol puede estar distribuido entre varias personas o solamente en una, dependiendo del tamaño del proyecto, sin embargo, esta persona o conjunto de personas tendrá cuatro roles que son: i) director del proyecto, ii) experto en HCI, iii) diseñador y iv) diseñador de videojuegos; quienes tienen como entrada el marco teórico de trabajo y como producto el documento de marco de trabajo.

La última sub-tarea que corresponde al Diseño de interfaces, es soportada cinco roles que son: i) el director del proyecto, el ii) experto en HCI, el iii) diseñador, iv) el diseñador de videojuegos y v) experto en el dominio, quienes tienen como entrada los principios de diseño de HCI, y como salida diseño de juego serio y un método de creación de interfaces de usuario para ambientes de vida asistidos.

Guías en la fase de Diseño

Dentro de esta fase se hace uso de dos documentos, el primero es la especificación de requerimientos y el segundo es una plantilla usuario persona.

Criterios de Accesibilidad (WCAG 2.1 & WAI-AGE by W3C) (Pesántez, Acosta, Jimbo, Sinchi, & Cedillo, 2020)

En este documento se deben considerar los criterios de accesibilidad planteados por Shawn y Wayne (2008) quienes ayudan al desarrollador en el proceso de la elaboración de las interfaces gráficas, a tener una idea básica sobre el tamaño del texto, tipo, color, etc. Es decir, diversos componentes que intervienen en el diseño de las interfaces gráficas que pueden ser consideradas debido a que están enfocadas en adultos mayores.

Tabla 15 Criterios de Accesibilidad

| Id | Tipo | Descripción |
|-----------|------------------------|---|
| 1 | Tamaño del texto | En su mayoría, los adultos mayores presentan problemas visuales, es decir, necesitan que el tamaño del texto sea de un tamaño considerable para su posterior uso, debiendo con esto modificar la interfaz para que pueda ser visualizada de manera correcta |
| 2 | Estilo y tipo de texto | En varias ocasiones el tipo o estilo de texto para un adulto mayor puede ser visualizado de manera fácil o difícil, dependiendo si este usuario posee deterioro en la visión o no, es por esto que se debe considerar este tipo de parámetros para su uso correcto. |
| 3 | Contraste y color | Se debe tener en cuenta que el color y el contraste muchas de las veces son importantes para un adulto mayor ya que |

| | | |
|---|-------------|---|
| | | pueden ser usuarios que sean daltónicos o tengan problemas particulares en la identificación del color, por lo que se les dificulte diferenciar cuál es el color que están observando. |
| 4 | Multimedia | En muchas ocasiones, una aplicación debe poseer subtítulos o sonidos intuitivos, los cuales orienten a estos usuarios a realizar sus tareas de forma fácil. |
| 5 | Texto a voz | Este parámetro puede ser usado por usuarios los cuales posean pérdida en un gran porcentaje de su visión, para que de esta manera puedan superar este tipo de obstáculos por medio de su voz. |

Además, Shawn y Wayne (2008) proporcionan consideraciones de accesibilidad móvil, dichas consideraciones son tomadas en cuenta durante esta fase debido a que al ser un adulto mayor no posee las mismas facultades que un usuario de edad media. Es decir, el adulto mayor puede poseer enfermedades u otros factores que deben considerarse para el diseño de las interfaces de usuarios. Dichas consideraciones se encuentran en la siguiente Tabla 16:

Tabla 16 Criterios de Accesibilidad Móvil

| Criterio | Consideraciones |
|------------------------------|---|
| Perceptible | |
| Tamaño de la pantalla | <p>Adaptar la longitud del texto con relación al ancho de la ventana gráfica.</p> <p>Colocar los campos de un formulario debajo de sus etiquetas, en vez de colocarnos a lado, es decir, realizar un diseño vertical.</p> <p>Proporcionar un tamaño razonable para que el contenido sea visualizado en su totalidad, para evitar problemas con usuarios que posean problemas asociados a la visión.</p> |
| Ampliar/Zoom | <p>Establecer el tamaño del texto de forma predeterminada.</p> <p>Ampliar toda la pantalla de forma vertical y horizontal, de tal manera que se pueda comprobar si el usuario tendrá visión total de la interfaz en ambas perspectivas.</p> <p>Cambiar el tamaño del texto, en el caso que no se obtenga la visión suficiente, considerando que en mucho de los casos los adultos mayores posean problemas de visión.</p> <p>Considerar que la posibilidad de realizar zoom a la ventana no se encuentre deshabilitada, ya que esto puede ser un problema con adultos mayores que posean problemas de visión.</p> |

| | |
|--|---|
| Contraste | Proveer un contraste mínimo para no cansar la visión de los adultos mayores, es decir, utilizar colores que no sean dañinos a la visión o fuertes, en otras palabras, no utilizar colores fuertes, por ejemplo, rojo, azul, etc. |
| Operable | |
| Tamaños de los objetivos táctiles | <p>Los objetivos táctiles deben poseer al menos un tamaño de 9mm de alto por 9mm de ancho.</p> <p>Los objetivos táctiles deben estar rodeados por una pequeña cantidad de espacio inactivo, para evitar confusiones cuando un adulto mayor haga uso del mismo.</p> |
| Gestos de pantalla táctil | <p>Los gestos dentro de este tipo de aplicaciones deben ser lo más intuitivos y fáciles de realizar, ya que el enfoque es hacia un adulto mayor, el cual puede que no esté tan familiarizado con la tecnología.</p> <p>Dentro del entorno de programación se puede hacer uso de los eventos mouseup y touchend, debido a que por medio de estos eventos se puede controlar acciones involuntarias por parte del adulto mayor. Es decir, un toque involuntario hacia un botón que no debía ser presionado en un momento determinado o acciones relacionadas.</p> |
| Botones | Colocar botones que sean de fácil acceso ya que, usualmente existe la tendencia a utilizar una orientación vertical u horizontal, causando con esto que los botones pierdan su posición en relación a la orientación. Es por esto que deben ser colocados de manera estratégica para que no causen problema a un adulto mayor. |
| Comprensible | |
| Elementos operables | <p>Agrupar elementos que realicen una misma operación u operaciones similares, reduciendo con esto la cantidad de objetivos redundantes. Esto causa beneficios para los adultos mayores que usan lectores de pantalla y controles de teclado.</p> <p>Proporcionar una indicación clara de que los elementos u botones son accionables, por medio de un diseño que los haga diferenciables de otros para evitar confusiones con otros elementos asociados.</p> |
| Pantalla táctil | Se deben proporcionar instrucciones, gestos, etc., de cómo interactuar con el dispositivo, con el fin de ayudar a los adultos mayores a poseer una idea clara de cómo es el funcionamiento del dispositivo y no a realizar pruebas y errores lo cual entorpece el proceso de interacción del adulto mayor con el dispositivo. |

Marco de Trabajo Teórico

Este documento contiene la elección de los posibles frameworks para realizar la aplicación móvil, sus beneficios, ventajas, desventajas, etc. Para que, a partir de este documento, se elija el framework más idóneo con respecto a, los requerimientos y prototipos planteados anteriormente; para que así el equipo de desarrollo sepa con qué entorno de programación va a realizar esta aplicación.

Principios de diseño de HCI

Según Tzec & Siegel (2015), el diseño de una interfaz gráfica para un adulto mayor no es igual a realizar una interfaz orientada a persona sin problemas de visión o enfermedades asociadas. Es por esto que, al tener las pautas, criterios de accesibilidad, etc., se puede realizar un boceto de las interfaces gráficas lo más acertadas acorde a la situación y a los usuarios finales. Por ello, es importante hacer uso de esta guía ya que proporciona varias pautas y recomendaciones sobre la manera de crear interfaces gráficas para adultos mayores.

Productos de trabajo en la fase de diseño

Herramienta de prototipado

La herramienta de prototipado debe ser elegida por el experto en HCI, mismo que posee la suficiente experiencia en cuanto al uso de estas herramientas y además conoce cuál de ellas es la más idónea para un dominio específico.

Prototipo

El prototipo es uno de los productos más importantes dentro de la fase de diseño. Este boceto preliminar debe adaptarse a los distintos criterios de accesibilidad planteados en la Tabla 15 y Tabla 16. Además, los principios de diseño de HCI orientan a que la interfaz sea intuitiva para un adulto mayor, ganando con esto el no realizar muchas modificaciones dentro de esta fase. Este prototipo debe adaptarse según las necesidades planteadas en el documento de usuario persona y de especificación de requerimientos.

Marco de Trabajo

Este documento provee información sobre el tipo de framework elegido, así como también una idea sobre sus ventajas y desventajas para su posterior uso. En la fase de desarrollo y despliegue, se realiza este documento con el fin de saber qué tipo de lenguaje de programación, entorno asociado, herramientas, etc., que van a ser utilizadas para la implementación del juego serio.

Diseño del Juego Serio

El diseño de juegos serios es el resultado final del trabajo de los actores involucrados dentro de esta fase y provee el boceto final que va a ser utilizado para el juego serio. Éste toma en cuenta los criterios de accesibilidad y los principios de diseño de HCI, actividades que son de vital importancia que sean detalladas y documentadas de forma correcta para obtener un diseño robusto. Según (Miguel et al., 2018) una interfaz gráfica de usuario son aquellos elementos y componentes gráficos que ayudan a la comunicación entre el sistema y el usuario. Sin embargo, para ciertos tipos de usuario deben considerarse algunos criterios para que esta relación usuario sistema sea óptima. Además, es importante considerar el tipo de tecnología a emplear.

Método de creación de interfaces gráficas para Adultos mayores y Ambient Assisted Living (AAL)

Este método es considerado como trabajo futuro, ya que al tratarse de una nueva implementación puede complementar a esta metodología dentro de la creación de interfaces gráficas para adultos mayores y Ambient Assisted Living (AAL)

4.3.5 Desarrollo y despliegue

Esta fase de desarrollo y despliegue se compone de dos tareas: Desarrollo y Despliegue de los cuales se pueden ver los distintos roles, guías y producto final que se obtiene dentro de esta subtask.

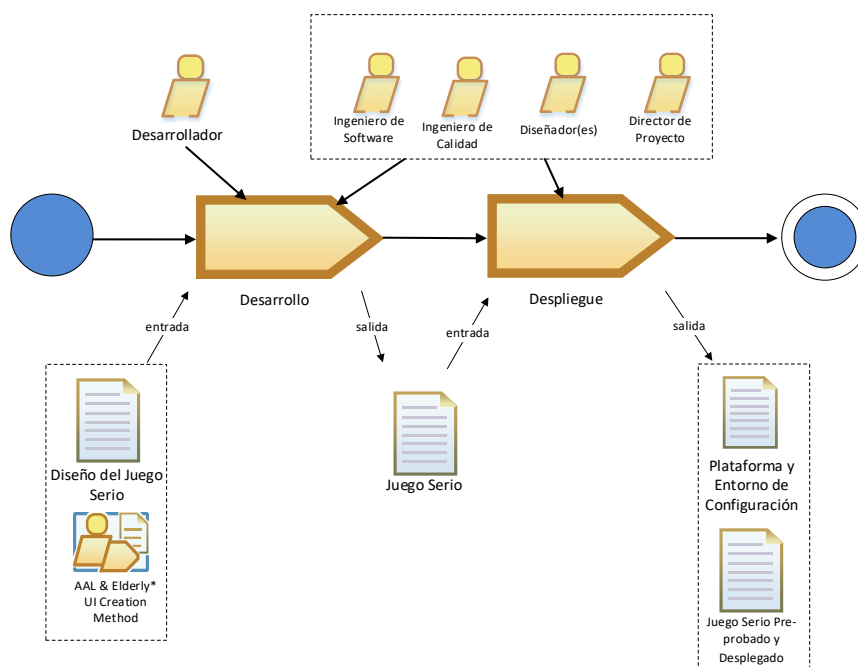


Figura 24. Fase de Desarrollo y Despliegue. Fuente: Elaboración Propia



La sub-fase de desarrollo, soporta cinco roles los cuales son: 1) el director del proyecto, el 2) desarrollador, el 3) ingeniero de software, el 4) ingeniero de calidad y 5) diseñadores; quienes tienen como entrada el diseño del juego serio, el método de creación de interfaces gráficas para adultos mayores y Ambient Assisted Living (AAL) y como productos finales el juego serio, la plataforma de entorno y configuración y el juego serio pre-probado y desplegado.

Guías en la fase de Desarrollo y Despliegue

Juego Serio

Según (Lopes et al., 2018), un juego serio es una prueba mental, con reglas específicas, que utiliza la diversión como una forma de capacitación gubernamental o corporativa, con objetivos en el campo de la educación, la salud, las políticas públicas y la comunicación estratégica. Además, se puede decir que el juego serio es uno de los entregables de esta metodología, debido a que ayudará al adulto mayor a entrenar sus habilidades cognitivas. Hay que considerar que la fase de desarrollo tendrá más incrementos a partir de las pruebas generadas, y se llevarán a cabo las correcciones respectivas durante las pruebas realizadas con los usuarios finales.

Productos de trabajo en la fase de Desarrollo y Despliegue

Los productos finales dentro de esta fase de Desarrollo y Despliegue son dos, los cuales ciertamente están relacionados uno con el otro, debido a que en base a la plataforma y entorno de configuración se realiza el producto de juego serio pre-probado y desplegado el cual será probado en fases siguientes para sus debidas correcciones.

Plataforma y Entorno de Configuración

Este producto se compone del tipo de componentes los cuales harán que el juego serio sea probado ya sea por medio de un dispositivo móvil, tablet, computadora, etc. Se debe considerar que, dependiendo del tipo de dispositivo los cuales fueron detallados dentro del documento de análisis de requerimientos, se embeberá este juego dentro del dispositivo para su posterior uso.

Juego Serio Pre-Probado y Desplegado

El juego serio pre-probado y desplegado es uno de los entregables más importantes dentro de esta metodología, debido a que es una primera versión del juego, el cual será utilizado por el adulto mayor. Cabe destacar que habrá varias veces que se vuelva a esta fase debido a que se deben hacer las debidas correcciones para su posterior entrega debido a errores en la programación, los cuales deben ser corregidos para que la aplicación funcione de manera adecuada.

4.3.6 Evaluación

Esta fase está compuesta por tres roles, dos guías de entrada y tres productos como salida. Para mejor comprensión de esta fase véase la Figura 25 donde se indican las tareas asociadas.

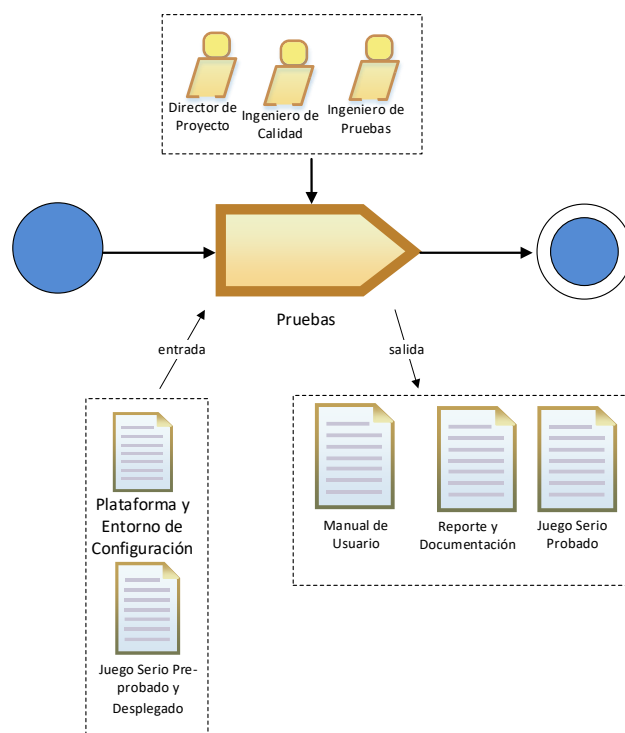


Figura 25. Fase de evaluación junto a sus actores y entregables. Fuente: Elaboración Propia

La fase de evaluación se compone de una tarea de la cual se puede ver que es soportada por tres roles que son: i) el director del proyecto, el ii) ingeniero de calidad y el iii) ingeniero de pruebas; éstos tienen como entrada la plataforma, entorno de configuración y el juego serio pre-probado y desplegado, para producir las respectivas salidas que en este caso son el manual de usuario, reporte y documentación y el juego serio probado.

Guías en la fase de Evaluación

Dentro de esta fase se cuenta con dos entradas: i) la plataforma y entorno de configuración y ii) el juego serio pre-probado y desplegado; éstas fueron descritas en Productos de trabajo en la fase de Desarrollo y Despliegue y serán utilizadas para poder finamente desplegar el juego con la documentación y el manual correspondiente para entendimiento del usuario final.

Productos de trabajo en la fase de Evaluación

Juego Serio Probado

Una vez que el juego haya sido evaluado de acuerdo a las entradas, y todas las correcciones hayan sido resueltas, se obtiene un producto de software listo para el despliegue con todas las especificaciones y recomendaciones prestadas por el ingeniero de calidad y el ingeniero de pruebas.

Reporte y Documentación

En este reporte se deben incluir todas las recomendaciones, fallas en las pruebas y cómo éstas fueron resueltas paso a paso. Además, se debe corroborar si el producto final corresponde a lo que estaba planteado en el documento de especificación de requisitos.

Manual De Usuario

En este entregable, se deben especificar todas las funcionalidades del producto desarrollado, en este caso, el juego serio. Además, se deben incluir una lista de botones y su funcionalidad, bajo qué plataformas puede correr el producto y los pasos que debe seguir el usuario final para poder utilizar el juego serio.

4.3.7 Entrega y Retroalimentación

Esta fase está compuesta por dos roles, tres guías de entrada y se obtiene un juego serio como producto final. Las tareas asociadas se muestran en la Figura 26.

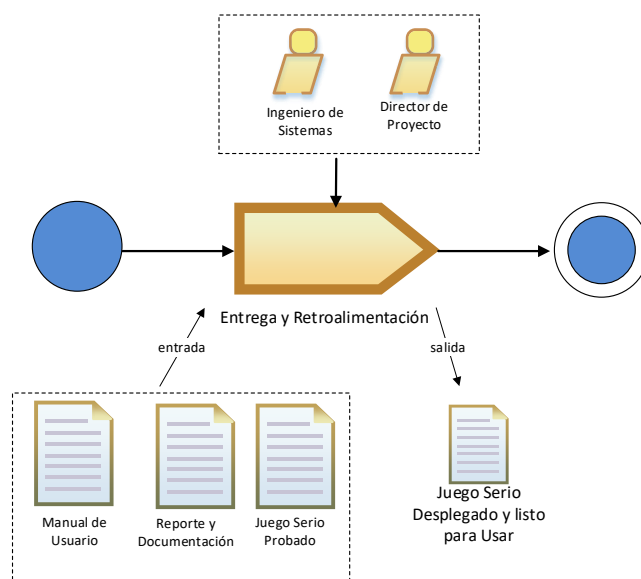


Figura 26 Entrega y Retroalimentación. Fuente: Elaboración Propia

La fase de Entrega y Retroalimentación es soportada por dos roles: 1) El Director del Proyecto y 2) Ingeniero de Sistemas, los cuales tienen como entrada el manual de usuario, reporte y documentación y, el juego serio probado. Como salida de esta fase se encuentra el Juego Serio desplegado y listo para ser usado.

Guías en la fase de Entrega y Retroalimentación

Dentro de esta fase existen tres entradas que son: 1) manual de usuario, 2) reporte y documentación y 3) Juego serio probado, dichas entradas ya fueron explicadas como producto final en la fase de Evaluación y serán utilizadas para producir el entregable final.

Productos de trabajo en la fase de Entrega y Retroalimentación

El producto final de esta fase es el juego serio desplegado y listo para ser usado por el usuario final. Este producto cumple con los distintos requerimientos y criterios de accesibilidad que fueron planteados en fases anteriores, para brindar la mejor experiencia de usuario y llegar al objetivo final de esta metodología, el cual es brindar soporte a las áreas de atención y memoria de un adulto mayor.



CAPÍTULO 5

INSTANCIACIÓN DE LA METODOLOGÍA ADE2

En el presente capítulo se tiene como objetivo la creación de un juego de rompecabezas, haciendo uso de la metodología ADE2. Esta aplicación proveerá una foto del usuario, quien va a participar en el juego, para entrenar las áreas de atención y memoria a corto plazo. Dicha aplicación está enfocada a adultos mayores con fin de brindarles la mejor experiencia y diversión al hacer uso del juego.

5.1. Fase de análisis de la situación

Esta fase comprende una tarea la cual es el análisis de la situación; además, se describen en este apartado cada una de las tareas, productos de trabajos y guías que fueron utilizadas para obtener los entregables de esta fase, dichos elementos pueden ser visualizados en la Figura 27.

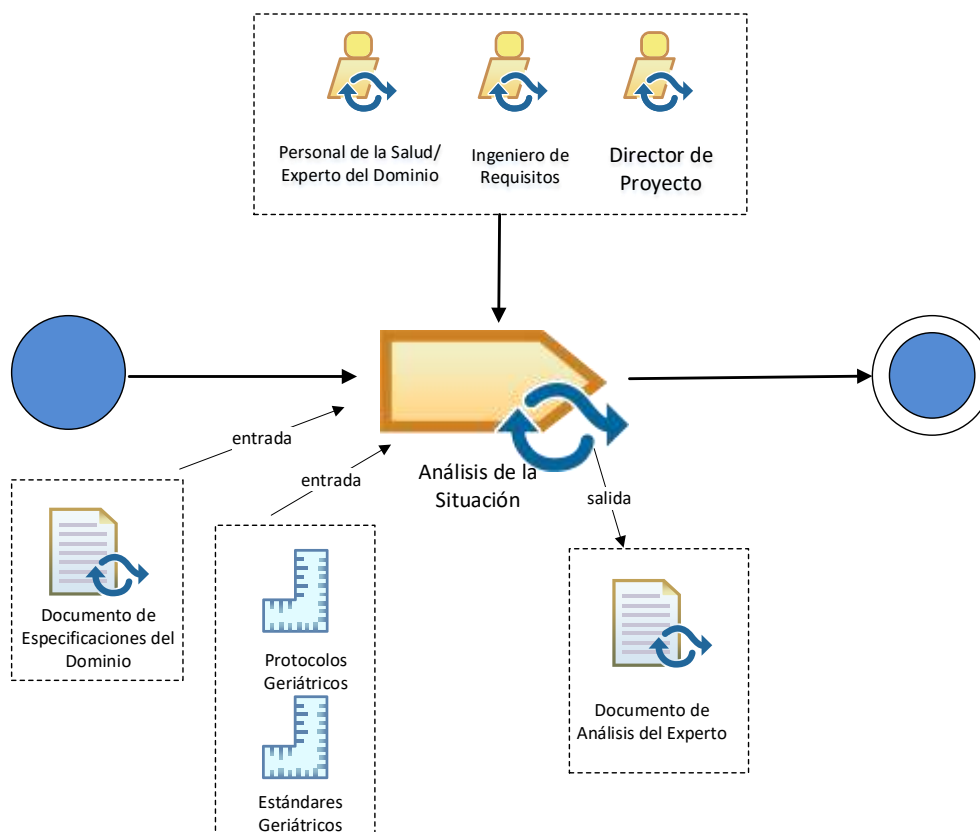


Figura 27 Fase de análisis de la situación para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia.

5.1.1 Análisis de la situación.

En esta tarea se obtuvo el primer entregable que fue el documento de análisis de la situación, dicho documento se obtuvo a partir de las distintas guías y plantillas las cuales van a ser explicadas cada una a continuación.

Plantilla del documento de especificación de la situación

Dentro de este documento se realizó la descripción del problema el cual iba a ser solventado, en este caso, elaborar una aplicación de un rompecabezas para entrenar las áreas de atención y memoria en adultos mayores. Este documento sirvió de ayuda para tener una idea clara para

la fase de análisis de requisitos de software. Los contenidos de este documento fueron los siguientes:

- Propósito de la aplicación
- Descripción del tema
- Limitantes o restricciones de la aplicación con respecto a los usuarios que van a hacer uso de la misma
- Tipos de usuarios
- Requisitos de los usuarios
- Principales características, problemas o dificultades de los usuarios

Protocolos Geriátricos

Dentro de este documento se encuentran todos los lineamientos que se debe seguir para brindar atención a los adultos mayores. Según el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP, 2011) en el Ecuador debe constar de los siguiente:

- Situación de la población de adultos mayores
- Marco conceptual y de referencia (modelo de atención, envejecimiento, funcionalidad)
- Marco operativo funcional (proceso continuo de asistencia)

Estándares Geriátricos

El documento de estándar geriátrico consta de un proceso de mejoramiento de la calidad para asimilar acciones que se van a desarrollar. Estos criterios de calidad van a ser expresados de tres modos: estructura, proceso y resultados; mismos que corresponden al aspecto técnico administrativo como una primera aproximación que influye en la calidad de la atención. Por lo tanto, el proceso debe estar de la mano con profesionales de la salud para las correspondientes valoraciones clínicas, de laboratorio y periódicas (Ministerio de Salud Pública, 2011).

Documento de análisis de la situación

A partir de la plantilla mencionada anteriormente se logró obtener la información relevante que será explicada de forma resumida a continuación. Esta información, fue una de las guías utilizadas para la elaboración de la aplicación presentada en esta sección.

- Propósito de la aplicación: Entrenamiento de áreas de atención y memoria en adultos mayores.
- Descripción del tema: Esta aplicación es destinada para adultos mayores que necesiten refuerzo cognitivo en las áreas de atención y memoria. Para ello se ha desarrollado un rompecabezas que tendrá una foto de la persona que utilizará la aplicación. Dicha foto podrá ser de cualquier edad de la persona, ya sea en una etapa de niñez, adolescencia o vejez, la misma que servirá para ayudar al adulto mayor a recordar una etapa de su vida.

- Limitantes o restricciones: i) es de uso exclusivo para adultos mayores, ii) debe ser una aplicación móvil, iii) su diseño debe ser fácil e intuitivo de entender para un adulto mayor.
- Tipo de usuarios: Adultos mayores a 65 años
- Requisitos de los usuarios: i) mantener la atención del usuario durante el juego, ii) incluir sonidos, los cuales envuelvan al usuario durante su interacción con el juego, iii) definir criterios de accesibilidad adecuados (texto, color y tamaño de los componentes).
- Principales características, problemas o dificultades de los usuarios: Pueden existir usuarios, quienes tengan pérdidas de sus habilidades cognitivas debido a su edad, por lo que se debe considerar los siguientes casos: i) posible pérdida de visión, ii) posible pérdida de sensibilidad lo que dificultará el uso de un teléfono móvil, iii) pérdida rápida de atención, entre otras. El entrenamiento de dichas habilidades cognitivas puede constituir un reto para los desarrolladores durante la fase de diseño e implementación de la aplicación.

5.2. Fase Análisis de requisitos de software

Dentro de esta fase, se tienen dos tareas, las cuales son: *Establecimiento de los Requerimientos del Juego* y *Selección de la Plantilla Usuario Persona*; dichas tareas contienen sus entradas, salidas, guías de aplicación como se explican a continuación y se detallan en la Figura 28.

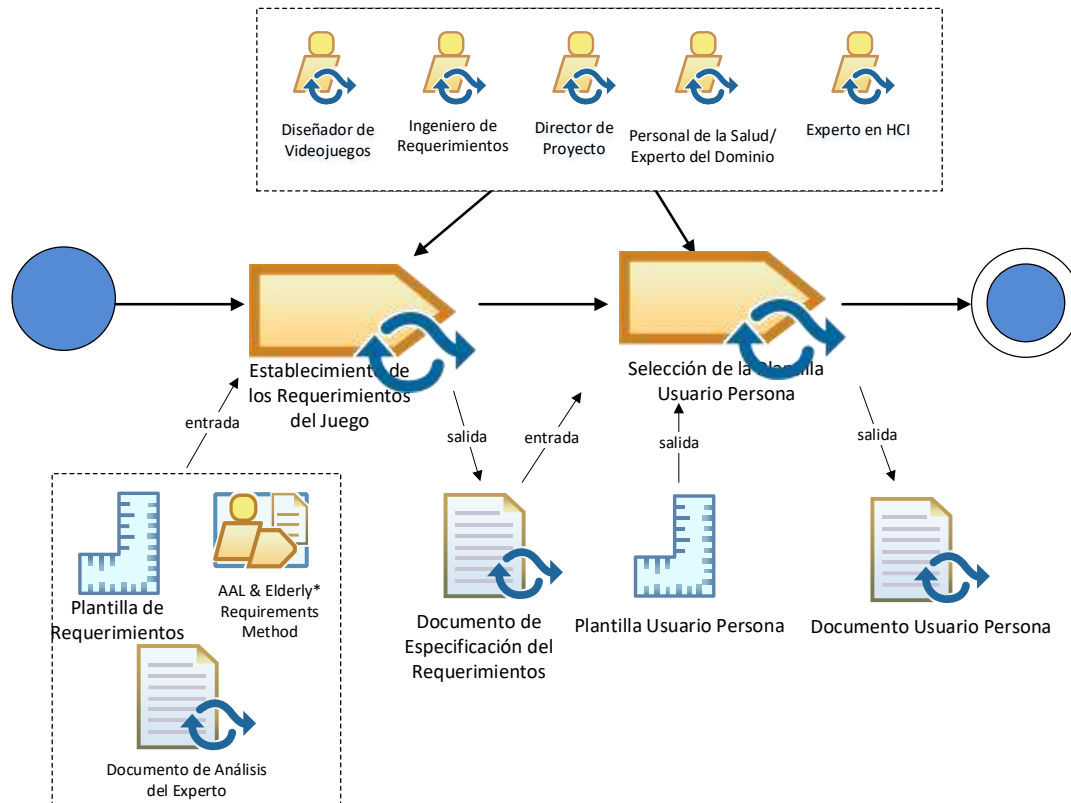


Figura 28 Fase de análisis de requisitos de software para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente:

Elaboración Propia.

5.2.1 Establecimiento de los requerimientos del juego

Los actores de esta fase (ingeniero de requisitos, diseñador de videojuegos, director del proyecto, experto de la salud y el experto en HCI) con el documento de salida de la actividad anterior, tendrán una idea más clara sobre el entorno y contexto en el cual debe ser desarrollada la aplicación; por tanto, dicho documento será la entrada de esta fase. Posteriormente, se realiza la especificación formal de requerimientos que permitirá modelar el sistema en un lenguaje entendible, ya que, por medio de esta especificación, se definen las restricciones a incluirse en el diseño de la aplicación final.

Plantilla de requerimientos

La plantilla de requerimientos que se ha usado, está alineada con la ISO IEEE 830 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008) de la cual su contenido esencial se detalla a continuación:

Introducción

- Propósito
- Alcance
- Definiciones, acrónimos y abreviaturas

- Referencias
- Resumen

Descripción General

- Funcionalidad del producto
- Características de los usuarios
- Restricciones

Requisitos

- Requerimientos funcionales
- Requerimientos no funcionales

Documento de especificación de requerimientos

Con base en la plantilla escogida anteriormente, se detalla los requisitos más importantes para el desarrollo de la aplicación:

- El participante debe colocar cada una de las piezas a armar en un orden correcto durante un determinado tiempo.
- Las imágenes, texto, botones, entre otros elementos; deben ser visibles por la persona para quien se está diseñando la aplicación para facilitar la interacción del participante y cumplir con los atributos de accesibilidad requeridos.
- Se almacenarán los datos del participante tales como: cédula, nombre, edad y sexo.
- Se debe almacenar los datos de acuerdo al nivel del juego en el que se encuentre del usuario.

5.2.2 Selección de la plantilla usuario persona

En esta sub-tarea se debe realizar la selección de una *plantilla usuario persona* y posteriormente un documento el cual detalle a cada uno de los usuarios que van participar en el juego del rompecabezas.

Plantilla usuario persona

En esta plantilla se detallan las características de cada uno de los usuarios, por ejemplo: sus hobbies, miedos, color favorito, edad, entre otros. Esas características sirven a los diseñadores para saber en qué partes deben invertir mayor tiempo durante la fase de diseño del juego, dicho contenido de la plantilla se puede ver en la Figura 29.

Susana Arias



“ Debemos adaptarnos a la tecnología, en estos tiempos modernos para poder comunicarnos con nuestros seres queridos ”

Edad 65
Ocupación Jubilada
Estado Viuda
Dirección Cuenca, Ecuador
Nivel Multi-uso
Arquetipo Moderna

Metas

- Descubrir formas fáciles de usar la tecnología
- No olvidar las cosas
- Valerse por sí misma hasta el final

Frustraciones

- No saber usar la tecnología
- La familia se va a alejando

Actividades que me gustan hacer





Tecnología

IT & Internet

Diseño de Software

Aplicaciones Móviles

Redes Sociales

Personalidad

Introvertida

Intuitiva

Pensadora

Juzgante

Extrovertida

Sensible

Sentimental

Percibiendo

Motivaciones

Fácil de Usar

Creatividad

Problemas Resueltos

Precio

Actualizaciones

Figura 29 Plantilla usuario persona utilizada para juego de rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia.

Documento usuario persona

Este documento contiene toda la información rellena en la plantilla usuario persona de cada uno de los participantes, constituye la salida de esta fase y será utilizada durante la fase de diseño.

5.3. Diseño

Una vez que se ha realizado la especificación de los requerimientos y se han obtenido los datos necesarios del *documento usuario persona*, la siguiente fase es el *Diseño*, esta actividad consta de cuatro tareas que son: Selección de una herramienta de prototipado, Elaboración del prototipo, Selección del marco de trabajo teórico y el Diseño de las interfaces; estas tareas poseen sus distintas guías para obtener el entregable final, el cual es el diseño de la aplicación. Los elementos de esta fase pueden ser visualizados en la Figura 30.

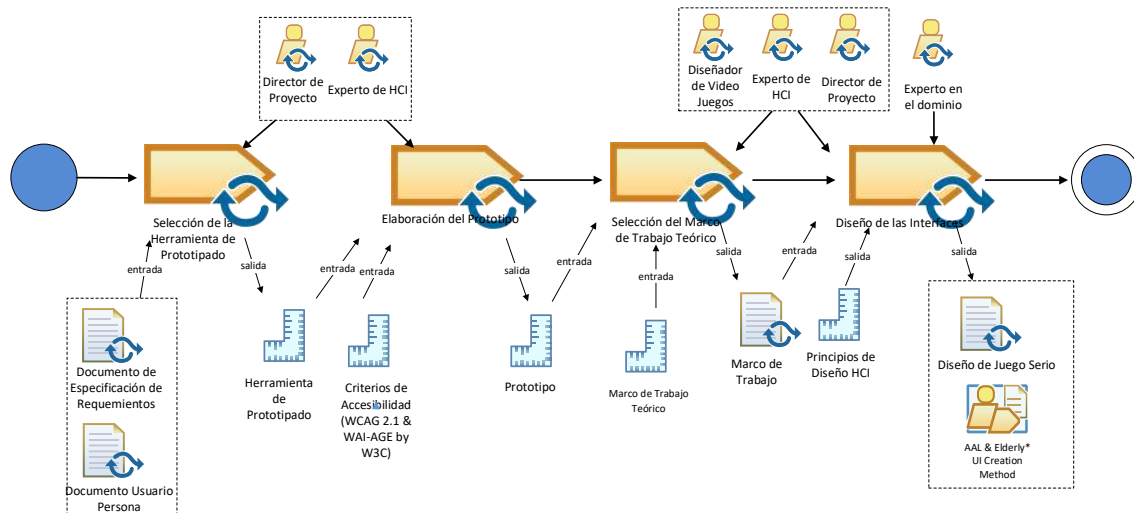


Figura 30 Fase de Diseño para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia.

5.3.1 Selección de una herramienta de prototipado

Para seleccionar la herramienta de prototipado adecuada se debe tener en cuenta varios factores que influyen durante la elaboración de un prototipo, siendo estos los siguientes:

- Sistema Operativo: Muchas de las veces es importante para varios programadores, diseñadores, etc., el tipo de sistema operativo sobre el cual debe ejecutarse la herramienta a seleccionar, en este caso las más comunes son Linux y Windows. En el caso de esta aplicación el sistema operativo elegido fue Windows debido a que es un ambiente más amigable para un desarrollador y las herramientas que se utilizaron en su mayoría están disponible para Windows como fue Visual Studio Code.
- Si la herramienta permite realizar prototipos responsive: Otro aspecto importante es poder observar el comportamiento de la interfaz en distintas dimensiones, es decir, ya sea en ejecución de una plataforma móvil, tablet, escritorio, etc. Es por esto que el poder realizar prototipos de manera responsive soluciona este tipo de preocupaciones porque se puede ver de manera instantánea cómo la interfaz se adapta a la plataforma a la cual está destinada.
- Permite realizar colaboración en tiempo real: Este factor es importante para ayudar a reducir tiempo durante la elaboración de un prototipo, dado que muchas de las veces existen equipos de trabajo orientados a realizar estas tareas, de tal manera que se trabaja de forma simultánea para obtener un prototipo en el menor tiempo posible.
- Tipo de enfoque de la herramienta para realizar prototipos: Existen herramientas que tienen enfoques híbridos; es decir, permiten realizar prototipos orientados a entornos web, móvil, etc. Este tipo de herramientas brinda la posibilidad de extender una aplicación a varios contextos de tal manera que se obtendría una aplicación para distintos entornos de ejecución.

5.3.2 Elaboración del prototipo

En esta sección se debe considerar varios criterios de accesibilidad, los cuales ayudan a elaborar un prototipo de manera adecuada, dependiendo de los usuarios de la aplicación.

Herramienta de prototipo

Una vez proporcionados los criterios que deben ser considerados para seleccionar una herramienta para realizar prototipos, se eligió la herramienta “Justinmind”, la cual cumple con todos los requisitos descritos en la sección de selección de una herramienta de prototipado.

Criterios de accesibilidad

Los criterios de accesibilidad que fueron considerados para elaborar la aplicación son los siguientes detallados en la Tabla 17 y van de acuerdo a Pesántez et al. (2020) y a Arch (2008).

Tabla 17 Heurísticas de los Criterios de Accesibilidad para juego de rompecabezas basado en ADE2

| Criterio | Descripción |
|--------------------------|---|
| Tamaño del texto | Se consideran tamaños de texto mayor a 16 pixeles. La intención de este criterio es garantizar que el texto representado visualmente, incluidos los controles basados en texto sea escalado con éxito para que pueda ser leído directamente por personas con discapacidades visuales leves, sin requerir el uso de tecnología de asistencia como una lupa de pantalla. Los usuarios pueden beneficiarse de escalar todo el contenido de la página web, pero el texto es más importante. |
| Contraste y color | Se hace uso de colores naturales que no sean confusos para un adulto mayor, así como también, evitar el uso de colores que produzcan daltonismo, por ejemplo: verde, amarillo, rojo, etc. La intención de este criterio es asegurar que todos los usuarios puedan acceder a la información que se transmite por las diferencias de color, es decir, mediante el uso de un color donde cada color tiene un significado asignado. Si la información se transmite a través de diferencias de color en una imagen (u otro formato que no sea de texto), es posible que los usuarios con deficiencias de color no vean el color. En este |

| | |
|-------------------------------|---|
| | caso, proporcionar la información transmitida con color a través de otro medio visual garantiza que los usuarios que no pueden ver el color aún puedan percibir la información. |
| Multimedia | Incluye sonidos los cuales brindan una experiencia de usuario agradable. La intención de este criterio es lograr la presentación visual predeterminada deseada, además de permitir que las personas que requieren una presentación visual particular del multimedia como imágenes puedan ajustar la presentación del mismo según sea necesario. |
| Botones | Se tomó en cuenta el tamaño del texto mencionado anteriormente, por lo que, de igual manera el tamaño de los botones será considerable. |
| Elementos operables | Los elementos que tengan funcionalidades comunes fueron ubicados en la misma localización; esto es importante para que el usuario identifique en cualquier pantalla el mismo botón. |
| Estilo y tipo de texto | Se consideró el mismo estilo y tipo de texto para todo el diseño de la interfaz para tener un diseño común en toda la aplicación. |

Prototipo

El prototipo final de la aplicación elaborada, el cual cumple con los distintos requerimientos y criterios de accesibilidad mencionados en secciones anteriores, es el que se muestran a continuación en las Figura 31, Figura 32, Figura 33 y Figura 34.

En el menú principal se consideró colocar un identificador para que se vinculen los datos obtenidos en el juego serio con un registro de aciertos y desaciertos, tiempo y niveles logrados para procesar los datos posteriormente. Se consideró las letras grandes y una imagen para identificar qué es lo que van a realizar.



The screenshot shows a tablet displaying the 'MENÚ PRINCIPAL' (Main Menu) for a puzzle game titled 'ROMPECABEZAS'. The title is in large, bold, black letters. Below the title is a graphic of four interlocking puzzle pieces in purple, yellow, green, and orange. Underneath the graphic are registration fields: 'NÚMERO DE CÉDULA' (ID Number) with a placeholder 'Digite su número de Cédula', 'NOMBRE' (Name) with a placeholder 'Digite su nombre', 'EDAD' (Age) with a dropdown menu showing '18', and 'SEXO' (Gender) with radio buttons for 'MASCULINO' (Male) and 'FEMENINO' (Female). At the bottom is a green button labeled 'EMPEZAR A JUGAR' (Start Playing).

Figura 31 Pantalla principal prototipo de rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia

Después de completar el registro, se procede a mostrar de acuerdo al id del adulto mayor, retratos de esta persona en diferentes etapas de su vida, de esta forma el adulto mayor podrá decidir cuál de estas armar.



The screenshot shows a tablet displaying the 'SELECCIÓN DE FOTO' (Photo Selection) screen. The title is in bold, black letters. Below the title is the instruction 'SELECCIONE UNA IMAGEN' (Select an image). There are three cartoon illustrations of a man in different stages of life: a young man in a suit and red tie, a man in sunglasses and a dark jacket, and an older man with a beard and a black t-shirt. At the bottom is a green button labeled 'VOLVER AL MENÚ PRINCIPAL' (Return to Main Menu).

Figura 32 Pantalla para seleccionar imagen a desarrollar en el rompecabezas prototipo. Fuente: Elaboración Propia

Cuando el adulto mayor se decide por una de las fotos para armar, ésta se agrandará, de esta forma podrá observar mejor si realmente es la foto que desea escoger.



Figura 33 Pantalla para escoger foto prototipo rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia

Una vez seleccionada la imagen, se abrirán los niveles, que contarán con un cronómetro, un botón de ayuda para volver a ver la imagen armada por unos segundos y un botón de continuar, además de las piezas desordenadas y los respectivos cuadros donde se deberán colocar las piezas en posición correcta

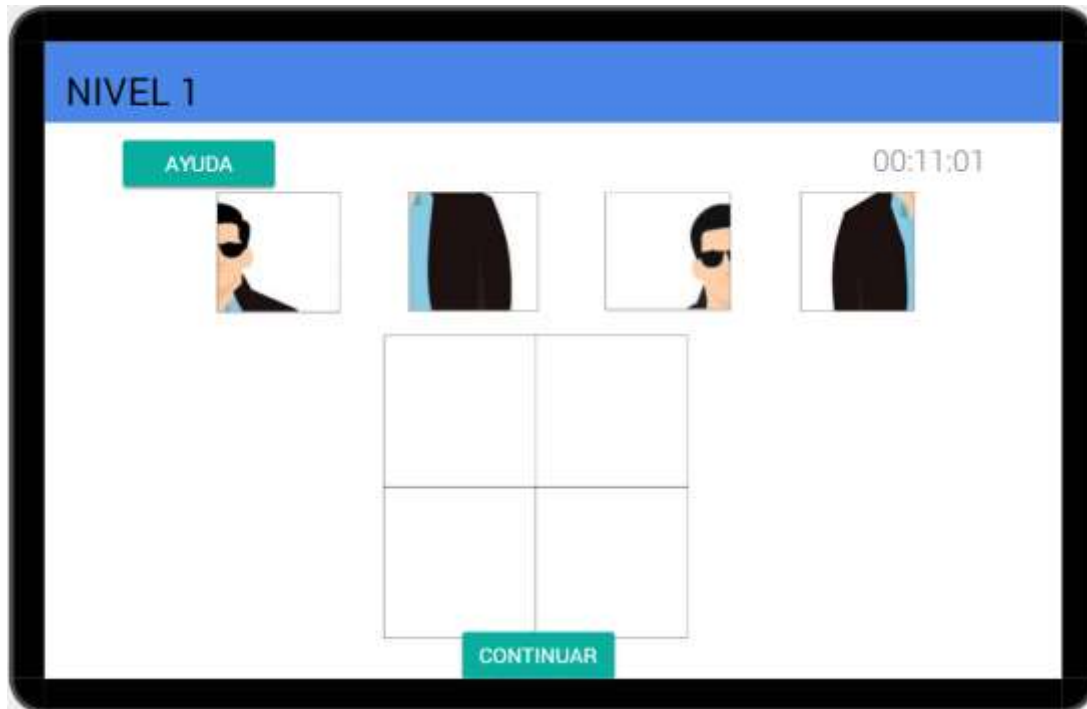


Figura 34 Pantalla para armado de rompecabezas prototipo. Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Selección del marco teórico de trabajo

Marco teórico

Dentro de este documento se especifican el conjunto de tecnologías actuales disponibles para realizar la aplicación; es decir, frameworks, lenguajes de programación para front end y back end, entre otros, necesarios para realizar el desarrollo del juego en la siguiente fase. Aquí se detallan sus ventajas y desventajas con el fin de utilizar la mejor tecnología y la más adecuada dependiendo del problema planteado que en este caso es el juego de rompecabezas.

Framework

El framework elegido para implementar el juego de rompecabezas fue Ionic 4 (Chaudhary, 2018), junto con typescript (Basarat, 1999) ya que permite realizar aplicaciones híbridas, es decir, móviles y web. Obteniendo con esto, los lenguajes de front end y back end necesarios para la fase de Desarrollo e Implementación.

5.3.4 Diseño de la interfaz

Principio de diseño de HCI

De acuerdo a Díaz, Harari, & Amadeo (2013), los ocho principios de diseño a considerar son los siguientes.

Trabajar por la consistencia: es decir, que en las interfaces debe haber un mismo patrón en cuanto a colores y ubicación de los botones, tipografía y terminología, tanto para pantallas como para comandos y menús.

Permite que los usuarios frecuentes utilicen atajos: La interfaz debe permitir a los usuarios utilizar accesos directos para cuando necesiten completar una tarea con frecuencia.

Ofrece comentarios informativos: Los usuarios deben estar informados de lo que pasa en cada parte del proceso y aplicar una retroalimentación que sea clara, relevante y adaptada al contexto.

Diseña un diálogo para notificar la conclusión: Todas las secuencias de diseño deben tener un principio, un medio y un final, es decir, se debe notar cuando una tarea se ha completado y no esperar a que el usuario pregunte si acabó.

Ofrece un manejo simple de errores: La interfaz debe estar diseñada de tal manera que evite errores tanto como sea posible, debido a que el sistema debe ser fácil de entender para el usuario y si surge un problema no va a saber cómo resolverlo.

Soporta un punto de control interno: Se debe proporcionar un poco de libertad a los usuarios para que puedan fluir dentro del sistema y un poco de control para que sientan que están a cargo del mismo, y no al revés.

Reduce la carga a corto plazo: Se debe tener la página lo más limpia posible, sin saturar de botones. De esta manera el usuario va a poder recordar y reconocer la información fácilmente.

Bosquejo de interfaces gráficas

Para esta tarea, se obtienen los bosquejos de las interfaces del juego de rompecabezas los cuales deben ser modelados con base en los prototipos anteriores. La Figura 35, muestra un ejemplo de una de las pantallas realizadas para un entorno web.



Figura 35 Pantalla principal basada en el prototipo. Fuente: Elaboración Propia

5.4. Fase Desarrollo e Implementación

En esta fase de desarrollo e implementación hay dos tareas: El desarrollo e implementación. Estas tareas dependen de los entregables de las fases anteriores debido a que se hace uso de los documentos obtenidos anteriormente para realizar la implementación del juego de rompecabezas. Dichos componentes, actores, etc. son detallados en la Figura 36.

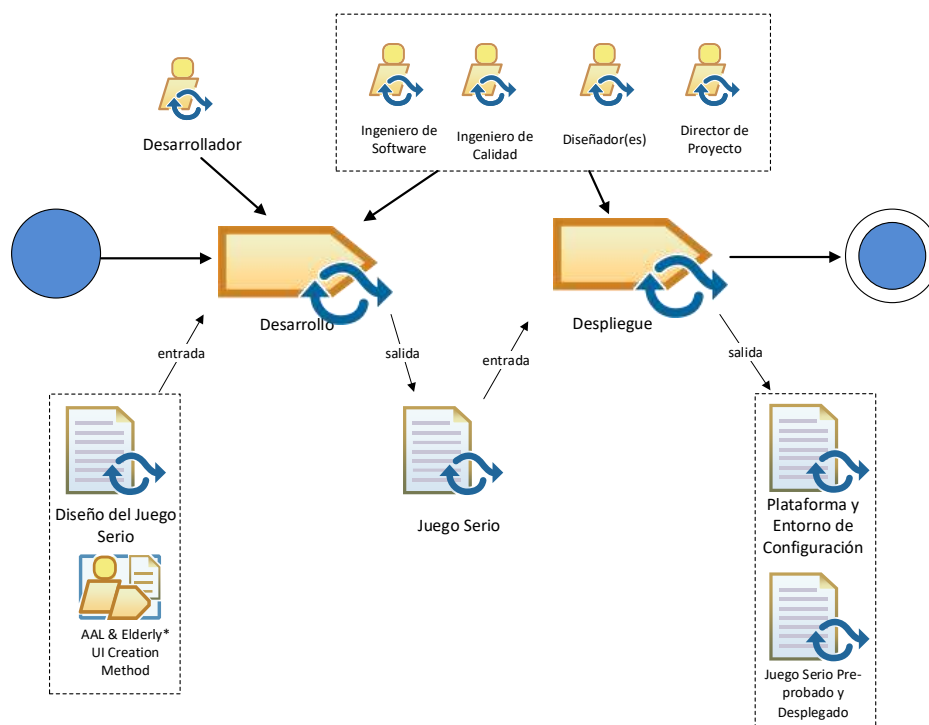


Figura 36 Fase de desarrollo e implementación para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia.

5.4.1 Desarrollo

Dentro de esta tarea se definió el IDE de desarrollo para el juego. Para esta aplicación se utilizó Visual Studio Code, el cual es un editor de código fuente que es compatible con varios lenguajes de programación. Dicho IDE es compatible con los lenguajes mencionados en la selección de marco de desarrollo de trabajo, que en este caso fueron Ionic 4 y Typescript.

5.4.2 Implementación

Definidas las herramientas, prototipos, lenguajes de programación, etc., se procedió a realizar la implementación del juego en donde los actores de esta fase que son: Director del proyecto, Ingeniero de software, Diseñadores e Ingeniero de calidad. Poseen la tarea más larga de esta fase, la cual es implementar el juego en base a los requerimientos planteados en las fases iniciales.

Juego serio probado y desplegado

En este entregable se obtuvo el juego serio, el cual se encuentra implementado para un entorno móvil como se muestran en las Figura 37 y Figura 38 (pantallas de inicio y uno de los niveles los cuales debe realizar el adulto mayor) para su posterior despliegue en una plataforma móvil o una tablet. Estos dispositivos son los más utilizados en el entorno de un adulto mayor.



Figura 37 Pantalla de inicio del juego de rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia.

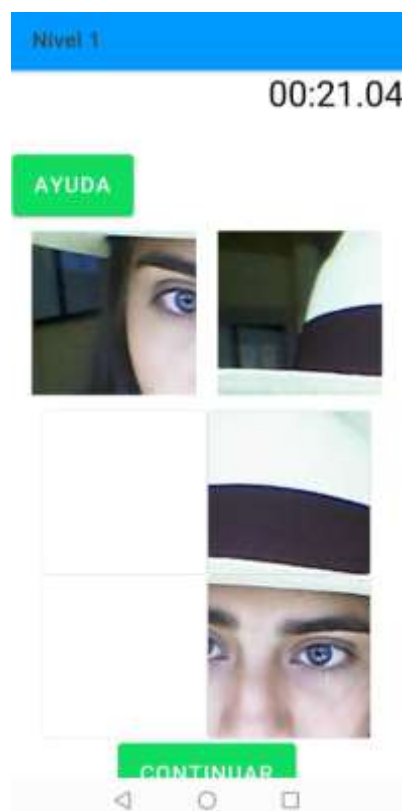


Figura 38 Pantalla del nivel uno del juego de rompecabezas. Fuente: Elaboración Propia.

Configuración de plataforma y entorno

Para el juego de rompecabezas se ha seleccionado como herramienta de desarrollo a IONIC que permite su visualización y correcto despliegue en dispositivos móviles tales como tablets o celulares inteligentes. Esto debido a que se trata de aplicaciones híbridas en las cuales se puede crear aplicaciones tanto para Android y iOS, además de ser abierto y gratuito. Con respecto a la configuración del entorno, se decidió hacerlo de acuerdo a los criterios de accesibilidad con colores neutros como el blanco, el azul y el negro.

5.5. Evaluación

Para la fase de Evaluación existe una tarea, llamada Pruebas cuyos actores son: El Director del Proyecto, Ingeniero de Calidad e Ingeniero de Pruebas. Tienen la tarea de realizar los entregables finales que servirán de guía para el usuario que va a hacer uso del juego. En la Figura 39 se muestra los componentes y tareas de esta fase.

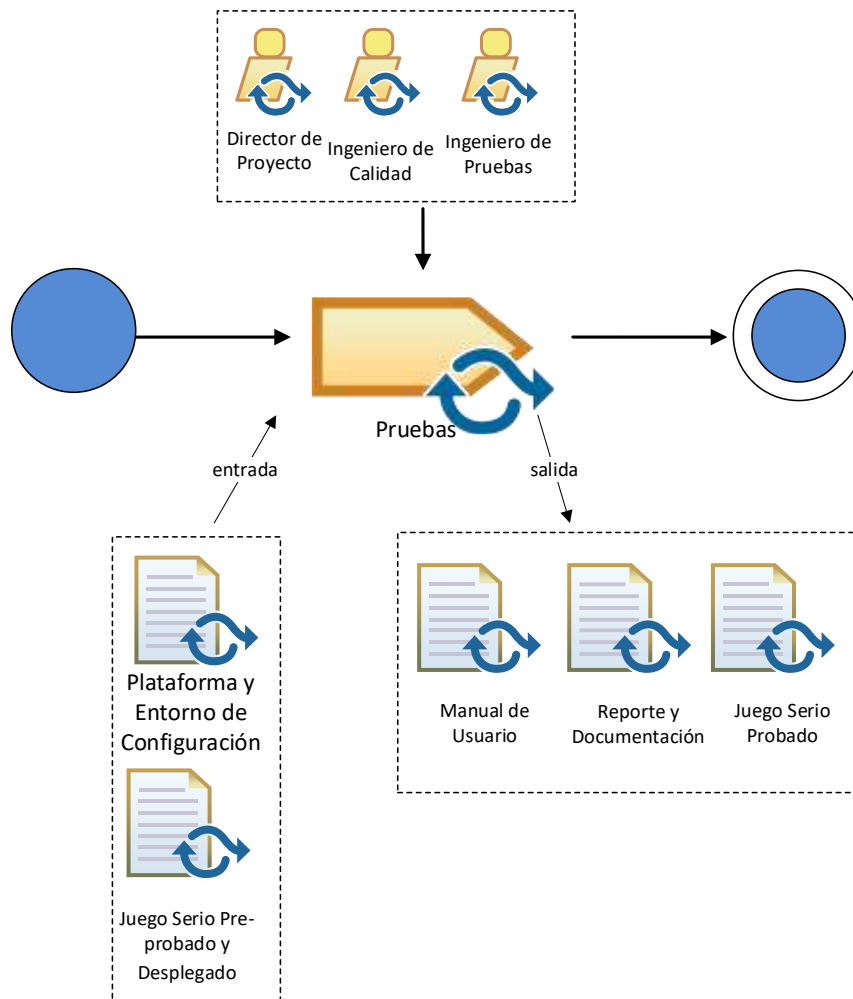


Figura 39 Fase de Evaluación para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia.

5.5.1 Pruebas

En esta tarea se realizaron las correcciones de los errores más comunes del juego que fueron identificados durante la fase de implementación. Fue de vital importancia realizar estas correcciones debido a que al obtener datos provenientes del juego toda la implementación del mismo debía estar de forma correcta para no obtener datos erróneos.

Manual de usuario

El manual de usuario elaborado se lo puede visualizar en el Apéndice A: Documento de especificación de requerimientos, el cual contiene la información necesaria para que el adulto mayor que vaya a hacer uso del juego, tenga una idea clara sobre cuáles son las funcionalidades, restricciones y acciones que puede realizar durante su interacción con el juego.

Reporte de estado

En este reporte se proporciona detalles del avance del proyecto, es decir, al tratarse de la implementación de un juego se facilita los informes sobre los entregables realizados en las distintas fases de esta metodología, elaboración de los documentos, manual de usuario, documentación asociada al juego, etc., dicha documentación sirve para identificar si la metodología fue seguida en su totalidad, garantizando con esto el registro de cada entregable para su posterior liberación al usuario final.

Juego serio probado

En esta sección se realizan las correcciones a los fallos encontrados durante la codificación del juego, los errores que fueron identificados y corregidos fueron los siguientes:

- Fichas colocadas de forma incorrecta durante el armado de la figura.
- Presentación de la imagen de forma errónea, al pulsar el botón ayuda.
- Obtención de tiempos erróneos al finalizar cada nivel.

5.6. Entrega

En esta última fase de la metodología ADE2 se tiene la tarea de entrega y retroalimentación del producto realizado, en donde los actores que son el Ingeniero de sistemas y el Director de proyecto son los encargados de realizar esta tarea. Además, en la Figura 40 se muestran los componentes de esta tarea.

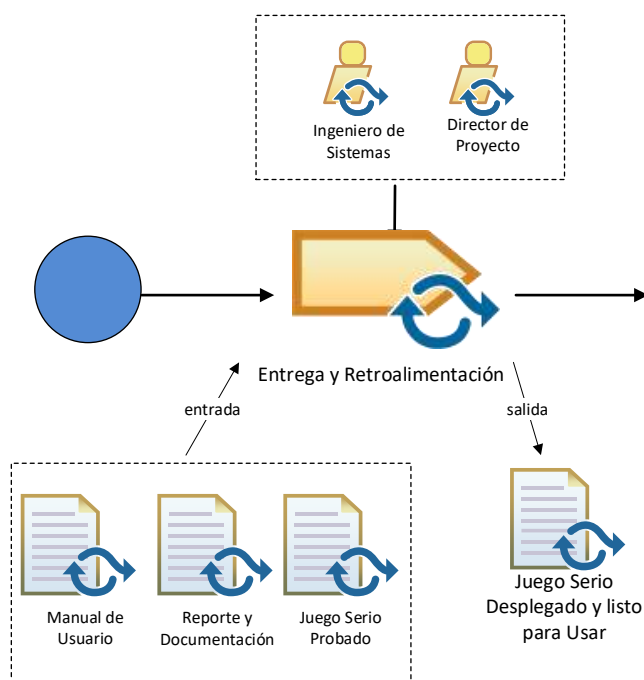


Figura 40 Fase de Entrega para el juego de rompecabezas basado en ADE2. Fuente: Elaboración Propia.

5.6.1 Entrega y retroalimentación

El director de proyecto y el ingeniero de sistemas son los encargados de realizar la liberación de la aplicación desarrollada, en la cual se obtiene el entregable final de esta metodología, que en este caso fue el juego serio.

Juegos serio desplegado y listo para usar

El entregable final es el juego serio desplegado y listo para su posterior uso. Dicho juego ayudará al adulto mayor a reforzar las áreas de atención y memoria cumpliendo con los distintos requerimientos, criterios de accesibilidad, diseño, etc. Estos requerimientos son de vital importancia y fueron planteados en las distintas fases de esta metodología para proporcionar una aplicación de fácil uso e intuitiva para un adulto mayor.

CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN

En el presente capítulo se detalla la evaluación del método AD2 con respecto a tres constructos principales que permitirán determinar la aceptación tecnológica del mismo con respecto a su i) facilidad de uso percibida, ii) utilidad percibida, y iii) intención de uso futura. Por otra parte, se añadirán dos constructos adicionales que ayudarán a medir la eficiencia del método y su efectividad cuando éste es utilizado por ingenieros del software o profesionales en formación en su último año. Para ello, se utilizarán métodos de ingeniería de software empírica, que faciliten y asistan durante la aplicación de un cuasi experimento. Éste ha sido aplicado minuciosamente y es apegado a las guías del autor, con la finalidad de obtener resultados confiables, replicables y repetibles, evitando sesgos y problemas de validez. En la sección 6.1 se encuentra la introducción de la evaluación empírica aplicada sobre la solución propuesta. Por otro lado, en la sección 6.2 se encuentra descrito el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) (Davis, 1985). En la sección 6.3 se define el Modelo de Evaluación de Métodos (MEM) (Moody, 2003). En la sección 6.4 se muestra la aplicación del MEM para de esta forma evaluar la metodología ADE2. Finalmente, la sección 6.5 presenta las posibles amenazas de validez para esta metodología.

6.1 Evaluación de la solución propuesta

Debido al incremento de las investigaciones de los Sistemas de Información, se ha impulsado el desarrollo de nuevas metodologías, así como sus evaluaciones. Considerando esto, es importante dar un enfoque de validez sobre el conocimiento metodológico, por lo que se ha considerado aplicar el modelo de evaluación propuesta por Moody (2003).

Al aplicar MEM se puede medir la eficiencia que percibe el usuario al utilizar la solución propuesta. Para medir la factibilidad de uso que es percibida y cuál es la intención de uso, se extiende al TAM, para de esta manera agregar dos constructos más que midan la efectividad y la eficiencia, con la finalidad de obtener como resultado la eficacia.

6.2 Modelo de aceptación tecnológica (TAM)

El modelo Technology Acceptance Model (TAM) propuesto por Davis (1985), es un modelo el cual está orientado hacia los sistemas de información en donde se modela, cómo los usuarios aceptan y utilizan una tecnología dentro de sus actividades, cuando deban o necesiten aplicar una solución específica. Este modelo propone o sugiere que cuando uno o varios usuarios se enfrentan a una nueva tecnología, existen varios factores los cuales van a influir en su decisión sobre el cómo y cuándo utilizar dicha tecnología, dichos factores son detallados a continuación:

- Facilidad de uso percibida (PEOU): Grado en el cual un usuario cree que al utilizar un sistema se liberará del esfuerzo.
- Utilidad percibida (PU): Grado en el cual un usuario cree que utilizando un sistema lo destacará a él o su trabajo realizado.
- Intención de uso futuro (ITU): Medida en que el usuario posee el interés por utilizar un sistema en particular.
- Actitud hacia el uso: Deseo por parte del usuario por utilizar un sistema
- Uso actual: Uso del sistema, este parámetro es entendido como la intención de comportamiento.

En la Figura 41 se observa los factores TAM y sus interacciones.

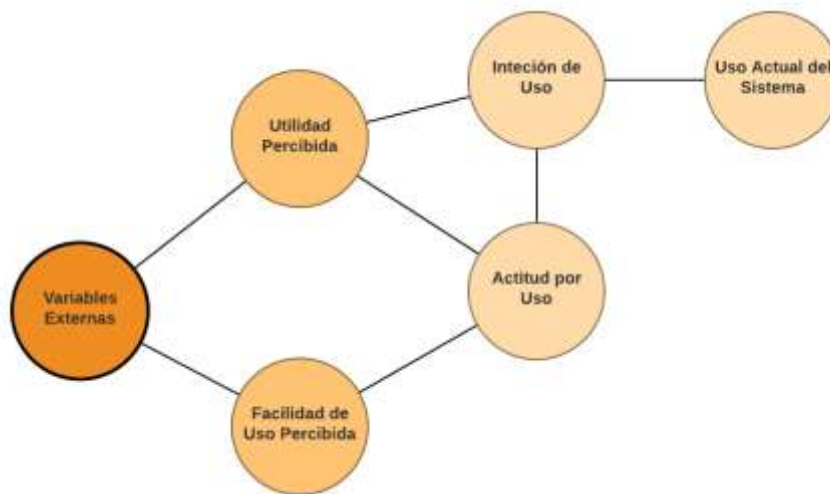


Figura 41 Modelo TAM y su interacción entre sus factores (Moody, 2003)

6.3 Modelo de evaluación de métodos (MEM)

El Método para Evaluar Métodos (MEM, The Method Evaluation Model) es un modelo teórico que posee constructores y relaciones causales los cuales pueden ser vistos en la Figura 41 y son definidas de acuerdo a Moody (2003) a continuación:

La eficacia actual, es aquella que mide el desempeño a través de dos constructos:

- Eficiencia actual: es el esfuerzo que se requiere para aplicar un método.
- Efectividad actual: es el porcentaje en el que el método alcanza su objetivo.

La eficacia percibida, es aquella que mide la percepción del usuario a través de dos constructos:

- Facilidad de uso percibida: es el grado de expectativa de la persona al usar un método en particular sin esfuerzo.
- Utilidad percibida: es el porcentaje que una persona cree que usa al aplicar un método para mejorar su rendimiento en el trabajo.

La adopción en la práctica, contiene también dos constructos:

- Intención de uso: es la medida en la que una persona tiene intención de usar un método.
- Uso actual: es la medida en la cual se usa un método en la práctica.

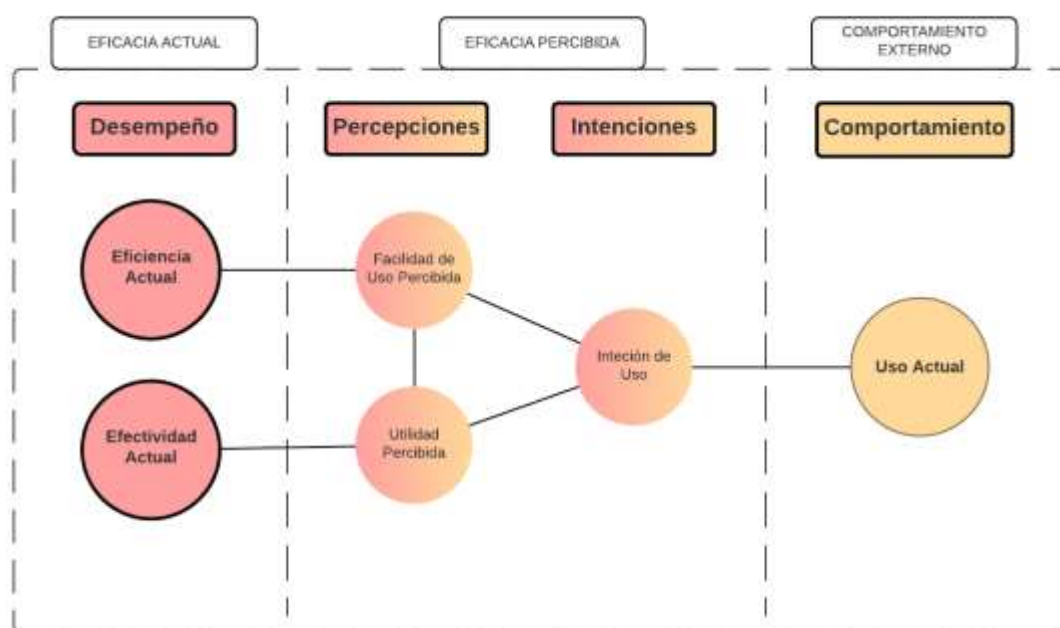


Figura 42 Modelo MEM (Moody, 2003)

6.4 Aplicando MEM

En esta sección se detalla cómo fue aplicado el MEM, los criterios, variables y preguntas las cuales fueron consideradas para aplicar durante la ejecución y análisis del experimento, el cual será explicado en secciones posteriores.

6.4.1 Adaptando MEM

Para aplicar el MEM hay que especificar los requerimientos de usuarios dependiendo del dominio del problema al cual va a ser aplicado, en este caso los requerimientos están orientados al adulto mayor. En este contexto, se realizarán las evaluaciones del método propuesto orientado al diseño de interfaces de usuario, dentro del cual surgen los siguientes objetivos: i) Diseñar interfaces de aplicaciones que incluyan criterios de accesibilidad para adultos mayores, ii) Crear interfaces de usuario fáciles e intuitivas de usar, iii) Diseñar una interfaz de manera que cumpla con los requerimientos funcionales de usuario, iv) Crear una interfaz de usuario que provea la mejor experiencia de usuario al adulto mayor.

Una vez definido los objetivos anteriores, el enfoque principal del MEM es la evaluación de la eficacia de los métodos creados, por lo tanto, es necesario tomar en consideración lo siguiente:

- Medir el esfuerzo requerido para aplicar el método y su calidad en cuanto a los resultados obtenidos.

- La eficiencia actual, la cual es el esfuerzo requerido por parte del usuario para entender y aplicar el método, esta medida puede ser hallada dependiendo de la situación en la que se vaya a aplicar el MEM. Una de las medidas comunes para cuantificar este parámetro es el tiempo.
- La efectividad, la cual es la calidad del método, en muchos de los casos puede ser una medida la cual sea determinada por la capacidad del usuario al realizar cierta actividad y teniendo en cuenta si fue realizada con éxito o fracaso.

Las variables de eficiencia y efectividad están definidas por las siguientes fórmulas:

- Eficiencia = $\sum_{i=1}^n \text{Tiempo por actividad que le toma al usuario}$
- Efectividad = $\sum_{i=1}^n \frac{\text{Número de tareas culminadas con éxito por el usuario}}{\text{Cantidad de tareas}}$

Por otro lado, para realizar la evaluación del experimento se han propuesto un conjunto de preguntas con el fin de medir tres constructos: i) Facilidad de uso percibida, ii) Utilidad percibida y iii) Intención de uso, utilizando MEM. En la Figura 43 se detallan la obtención de los tres parámetros mencionados anteriormente. Una de las metas de este trabajo está basada en el esquema de marco de trabajo de Basili, Caldiera, & Rombach (1994) llamado Goal-Question-Metric (GQM), mismo que se puede observar en el Tabla 18.

Tabla 18 Plantilla para la definición del Goal-Question-Metric

| | |
|-----------------------------------|---|
| Analizar | <Objeto(s) de Estudio> - ¿Qué es lo que se analiza? |
| Con el propósito de | <Propósito> - ¿Qué intención tiene el estudio? |
| Con respecto a | <Enfoque de Calidad> - ¿Cuál es el efecto estudiado? |
| Desde el punto de vista de | <Perspectiva> - ¿Quién se ve afectado? |
| En el contexto de | <Contexto> - ¿Dónde tiene lugar el estudio, sobre qué artefactos y con qué tipo de participantes? |

Para el cuasi experimento de la fase de diseño, se ha definido el esquema de Basili et al. (1994) de la siguiente manera:

| | |
|----------------------------|---|
| Evaluar | La fase de diseño de la metodología ADE2 |
| Con el propósito de | De evaluar el método con respecto a la eficacia percibida, la intención de uso futura |

y facilidad de uso percibida

Desde el punto de vista de

Ingeniero de Software

En el contexto de

Un grupo de profesionales en el área técnica
(Ciencias de la Computación y carreras
afines)

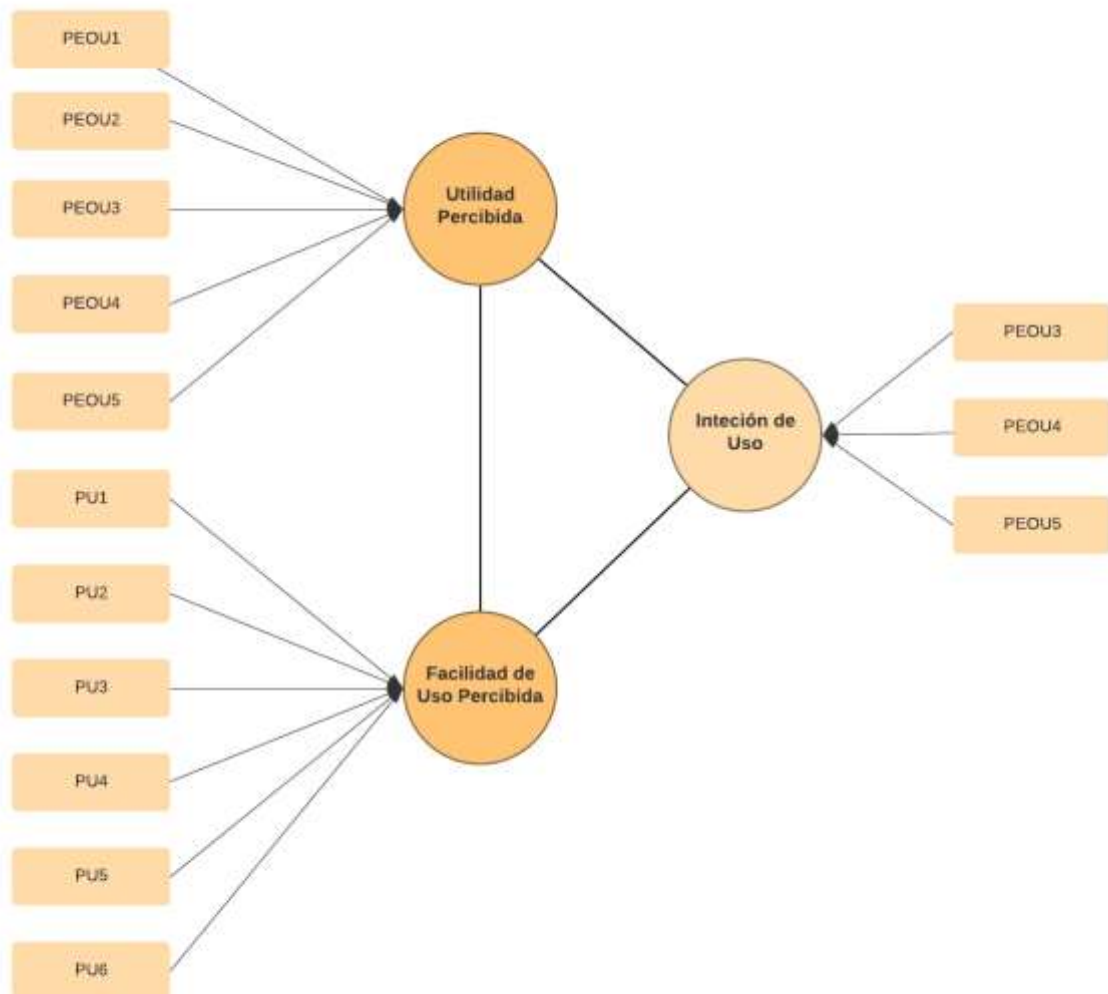


Figura 43 Distribución de preguntas del Cuestionario. Fuente: Elaboración Propia

Una vez adaptado el MEM, la posibilidad del juego del rompecabezas sea aceptado en la práctica se propone las siguientes hipótesis:

- H_{10} : La fase de diseño de la metodología ADE2 se percibe como difícil de usar, $H_{10} \Rightarrow \neg H_{11}$

- H_{20} : La fase de diseño de la metodología ADE2 no se percibe como útil, $H_{20}=\neg H_{21}$.
- H_{30} : No existe intención de utilizar la fase de diseño de la metodología ADE2 en el futuro, $H_{30}=\neg H_{31}$.

En la siguiente tabla se muestran las preguntas las cuales fueron utilizadas para adaptar el MEM.

Tabla 19 Cuestionario para medir las variables de percepción, Elaboración propia

| Pregunta | Declaración positiva cinco puntos |
|----------|--|
| PEOU1 | La fase de diseño de la metodología ADE2 es sencilla y fácil de seguir |
| PEOU2 | En general, la fase de diseño de la metodología es fácil de entender |
| PEOU3 | Los pasos de la fase de diseño de la metodología, son claros y fáciles de entender |
| PEOU4 | La fase de diseño de la metodología es fácil de aprender |
| PEOU5 | Considero que sería fácil dominar la fase de diseño de la metodología ADE2 |
| PU1 | Considero que la fase de diseño de la metodología ADE2 podría reducir el tiempo y esfuerzo requerido |
| PU2 | Considero que la fase de diseño de la metodología es útil |
| PU3 | Considero que la fase de diseño es útil para mejorar el diseño de interfaces que se relacionen con adultos mayores |
| PU4 | Pienso que la fase de diseño de la metodología es lo suficientemente expresiva para definir interfaces orientadas a adultos mayores |
| PU5 | El uso de esta fase de diseño podría mejorar el rendimiento de creación de soluciones tecnológicas enfocadas a adultos mayores |
| PU6 | En general, pienso que esta fase de diseño de ADE2 puede usarse como ayuda para el desarrollo de aplicaciones tecnológicas enfocadas a los adultos mayores |
| ITU1 | Si necesitara realizar el diseño de una aplicación tecnológica enfocada en adultos mayores, consideraría la fase de diseño de la metodología ADE2 |
| ITU2 | De ser necesario, utilizaría la fase de diseño de ADE2 en el futuro |
| ITU3 | Recomendaría el uso de la fase de diseño de ADE2 |

Para establecer una relación directa entre el uso de un juego de memoria en particular, percepciones e intenciones de los usuarios, se generan las hipótesis:

- H_{40} : La facilidad de uso percibida no puede verse determinada por la eficiencia, $H_{40} = \neg H_{41}$. La eficiencia se basa en el rendimiento de la eficiencia actual y la facilidad de uso percibida se basa en la percepción.
- H_{50} : La percepción de la utilidad no está determinada por la efectividad. $H_{50} = \neg H_{51}$. Esta hipótesis se da ya que, la efectividad se basa en el rendimiento y la utilidad percibida se basada en la percepción de la efectividad.
- H_{60} : La utilidad percibida no es determinada por la facilidad de uso percibida, $H_{60} = \neg H_{61}$. La facilidad de uso percibida se encuentra que no tiene influencia sobre la utilidad percibida. Esta hipótesis es tomada desde el TAM.
- H_{70} : La intención de uso no es determinada por la facilidad de uso percibida, $H_{70} = \neg H_{71}$. La facilidad de uso percibida tiene influencia sobre la intención de uso, descrito en el TAM.
- H_{80} : La intención de uso no está determinada por la utilidad percibida. $H_{80} = \neg H_{81}$. La utilidad percibida tiene una influencia sobre la intención de uso, descrito por TAM.

En la Tabla 19, se observan los ítems definidos para medir las variables basadas en la percepción de los usuarios, este cuestionario fue planteado con 14 preguntas relacionadas a la evaluación de la solución propuesta estas preguntas están visibles en el Anexo 3 Formulario de Evaluación. Se aplicó este cuestionario después de que el sujeto haya desarrollado el cuasi experimento sobre la fase de diseño de ADE2, se planteó utilizando una escala de 5 puntos de Likert, con preguntas opuestas.

En la Tabla 20 se muestran 2 preguntas abiertas (PA) que se realizaron a más de las preguntas antes mencionadas, sobre las sugerencias y comentarios, las mismas que brindan contribuciones para mejorar la etapa de diseño de la metodología ADE2.

Tabla 20 Preguntas abiertas. Fuente: Elaboración propia

| Código | Pregunta |
|--------|---|
| PA1 | ¿Tiene alguna sugerencia de cómo hacer que este juego de memoria sea más fácil de usar? |
| PA2 | ¿Cuáles son las razones por las que tiene o no la intención de usar este juego de memoria en un futuro? |

6.4.2 Ejecución y Análisis del experimento

Al realizar el experimento, se contó con la participación de veintidós ingenieros correspondientes a áreas técnicas, mismos que fueron seleccionados de acuerdo a las habilidades y conocimientos que éstos poseen para evaluar la fase de diseño de la

metodología ADE2. En la muestra se encuentran siete mujeres y dieciséis hombres. Los cuales voluntariamente decidieron participar en el experimento.

Para la obtención de los datos, se realizó una fase de entrenamiento, en donde se explicó la metodología con un énfasis en la fase de diseño. Posteriormente en el entrenamiento, se aplicó un ejercicio guiado sobre la aplicación de cada uno de los pasos de la fase de diseño que fueron descritos en el punto 4.3.4. Una vez finalizada la fase de entrenamiento, se prosiguió con la fase de experimentación, donde, los participantes debían aplicar la fase de diseño de acuerdo a un ejercicio parecido al aplicado en el entrenamiento. De esta manera, se recolectaron los datos del tiempo que le tomaba a cada participante completar los pasos de la fase de diseño. Posteriormente se les proporcionó a los participantes de un cuestionario mismo que se puede encontrar en el Anexo 3 Formulario de Evaluación; este cuestionario consta de catorce preguntas cerradas que fueron necesarias para analizar variables subjetivas y dos preguntas abiertas que permitieron a los participantes expresar sus opiniones acerca de la fase de diseño de la metodología ADE2.

Además, para poder realizar la evaluación debido a la pandemia, se consideró elaborar una página web. En el menú se encuentran las pestañas de página principal, entrenamiento, experimento, encuesta y videos, los cuales se detallan a continuación:

Página principal: en la Figura 44, se encuentra la página principal de evaluación de la Metodología ADE2 misma que detalla la visión del Grupo de Innovación e Investigación Tecnológica (GIIT).



Figura 44 Página principal para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia

Entrenamiento: en esta pestaña se encuentran los documentos relacionados a la guía de aplicación, una presentación del método ADE2 y en especial de la fase de diseño la cual se

encuentra a detalle, además de un ejercicio guía. Los documentos al ser seleccionados se abren para su vista previa en otra pestaña, o también pueden ser descargados por el botón “Descargar Archivos Entrenamiento”



Figura 45 Pestaña de entrenamiento para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia

Experimento: en esta pestaña se encuentran los documentos necesarios para realizar el cuasi experimento planteado, para ello se cuenta con tres anexos y el ejercicio de aplicación. Una vez realizado el ejercicio, se cuenta con una sección para poder subirlo.

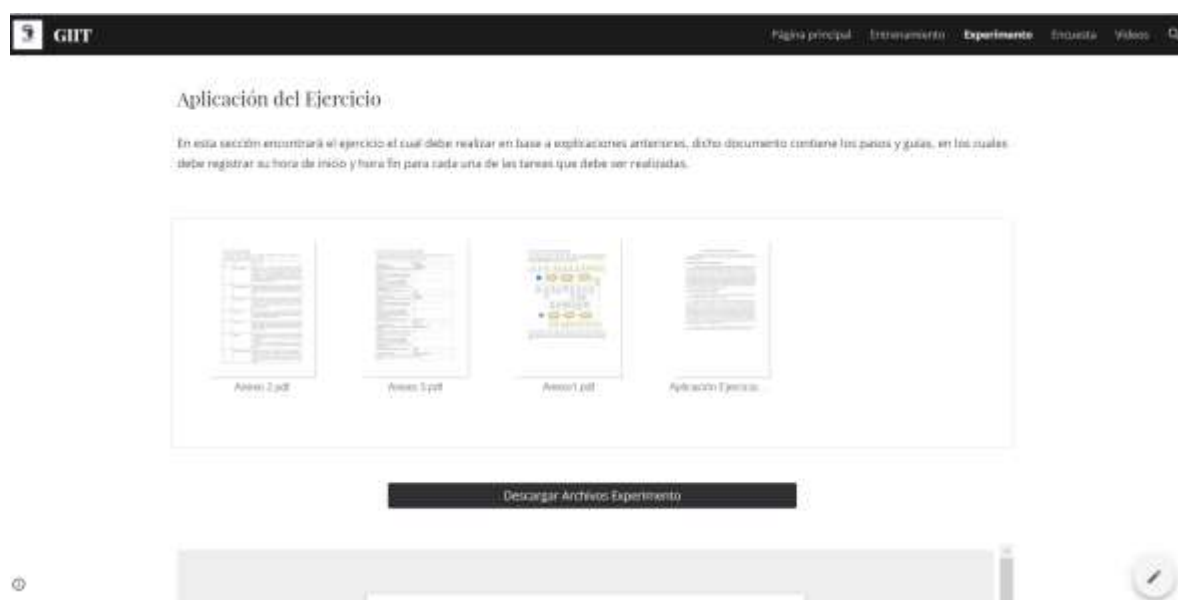


Figura 46 Pestaña de experimento para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia

Encuesta: en esta pestaña se encuentran unas preguntas que los participantes deben responder posterior a la realización del ejercicio. La matriz de respuestas de la encuesta servirá para medir la Facilidad Percibida, la Utilidad Percibida y la Intención de Uso.



Figura 47 Pestaña de encuesta para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia

Videos: En esta pestaña se muestran los videos necesarios para el entrenamiento de la fase de diseño de la metodología ADE2.



Figura 48 Pestaña de videos para evaluación de la fase de diseño de ADE2. Fuente: Elaboración Propia

Para el desarrollo del ejercicio de cuasi experimentación, se utilizó la plataforma zoom desde la cual se dieron las explicaciones, las fotos y videos de los tres días de experimentación se encuentran en el Anexo 4 Evidencia de Evaluación, al igual que el link de la página desarrollada para la evaluación de la fase de diseño de ADE2.

Una vez recogidos los datos del experimento aplicado, se realizó una clasificación de las preguntas del cuestionario proporcionado de acuerdo a la factibilidad de uso percibida, las percepciones de los usuarios y sus intenciones de uso. Posteriormente se aplicó la media de cada uno de esos valores.

Análisis de las percepciones del usuario

En la Figura 49 del lado izquierdo, se observan los diagramas de cajas pertenecientes a las variables de (PEOU, PU, ITU), en la que se puede visualizar la media para cada variable, considerando como valor neutro al tres, de la escala de Likert entre uno y cinco. Se tomaron también las respuestas de uno (valor bajo), si es negativo y cinco (valor alto), si es positivo.

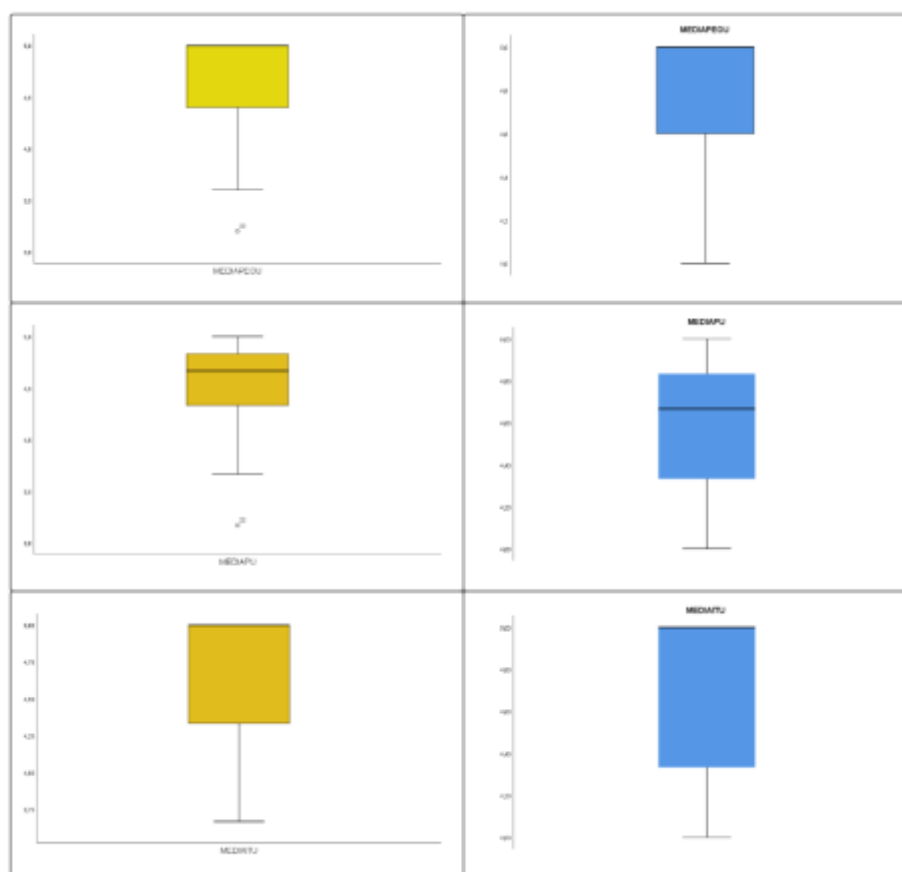


Figura 49 Diagrama de cajas de las variables PEOU, PU e ITU antes y después de Filtrar. Fuente: Elaboración Propia

Luego del tratamiento de los estadísticos descriptivos, se obtuvo un outlier, identificado por el número veintidós, luego del análisis pertinente, se concluye que este outlier ha aparecido debido a que no asistió a la sesión de entrenamiento, útil para realizar el ejercicio.

En la Tabla 21, se detallan los valores correspondientes para cada una de las variables del TAM y MEM. Para el cual se realizó una prueba de Shapiro-Wilk, donde si $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis con un nivel de significancia del 5%, y por el contrario si $p < 0,01$, se rechaza con un nivel del 1%. Para las variables presentadas se consideró un valor mínimo de 3,00 y un valor máximo de 5,00 llegando a los siguientes resultados:

- La variable PEOU posee un valor medio de 4,7. Lo que significa, que la solución presentada fue percibida como fácil de usar
- La variable PU posee un valor medio de 4,61. Es decir, los usuarios perciben la solución presentada como útil de usar.
- La variable ITU posee un valor medio de 4,73. Lo que significa, que los usuarios tienen intención de usarla en el futuro.

Estos resultados rechazan las hipótesis H_{10} , H_{20} y H_{30} . Por lo que se puede decir que el proceso de diseño de la metodología es aceptado en la práctica. Ya que se percibe como fácil de usar, útil y que los usuarios tienen la intención de usar la etapa de diseño de la metodología ADE2 en el futuro. Además, en el test de Shapiro-Wilk se encuentran los valores de PEOU=0,000 por lo que tiene muy alta significancia. PU=0,017 por lo que tiene alta significancia. ITU=0,000 por lo que tiene muy alta significancia, dado el nivel de significancia por la Tabla 23.

Tabla 21 Prueba de Shapiro-Wilk. Fuente: Elaboración propia

| Var | Min | Max | Media | Std. E. | Shapiro-Wilk test p Value |
|------|------|-----|-------|---------|------------------------------|
| PEOU | 3,6 | 5 | 4,7 | 0,42 | 0,000 |
| PU | 3,66 | 5 | 4,61 | 0,36 | 0,017 |
| ITU | 3,66 | 5 | 4,73 | 0,37 | 0,000 |

Análisis del rendimiento del usuario

Se midió la efectividad y eficiencia de los participantes al seguir el proceso de diseño de la Metodología, en la Tabla 22, se observan los valores correspondientes a cada de efectividad y eficiencia:

- La efectividad fue de 0,59 a 1 con un valor medio de 0,9, esto quiere decir que la fase de diseño proporciona una gran efectividad debido a que las respuestas a las soluciones planteadas fueron respondidas de forma correcta.

- La eficiencia (en minutos) fue de 16 minutos a 29 minutos y valor medio de 20,71 minutos, tiempo que tardaron en seguir los pasos planteados en el ejercicio de evaluación del proceso de diseño de la Metodología. Estos valores podrán cambiar significativamente a factores como: atención en el ejercicio guía y la presentación de la fase de diseño de la metodología. A pesar de ello, la media se acerca más al valor inferior que el máximo, por lo que se tiene un buen nivel de eficiencia.

Tabla 22 Estadística Descriptiva para variables basadas en la percepción del usuario. Fuente: Elaboración propia

| Variable | Min | Max | Media | Std. Dev. |
|-------------|------|-----|-------|-----------|
| Efectividad | 0,59 | 1 | 0,9 | 0,10 |
| Eficiencia | 16 | 29 | 20,71 | 3,49 |

Análisis de las relaciones causales

En esta sección se validará la estructura del MEM en términos de relaciones causales entre sus constructores. Para esto, se utilizó el análisis de regresión, las hipótesis H_{40} , H_{50} , H_{60} , H_{70} y H_{80} para de esta manera observar las relaciones causales entre variables continuas. Donde se utilizarán los siguientes niveles mostrados en la Tabla 23 (ver Tabla 21, $PEOU=0,000$ por lo que tiene muy alta significancia. $PU=0,017$ por lo que tiene alta significancia. $ITU=0,000$ por lo que tiene muy alta significancia) presentados por Moody (2003).

Tabla 23 Niveles de significancia de Moody (2003)

| 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

Para comprobar si las percepciones de Facilidad de Uso Percibida (PEOU) son determinadas por la Eficiencia de los participantes, la hipótesis H_{40} : La facilidad de uso percibida no puede verse determinada por la eficiencia, ha sido probada. En la Tabla 24 se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual se obtuvo la siguiente ecuación de regresión:

$$PEOU = (4.6 + 0.005) * eficiencia$$

El modelo de regresión fue encontrado con muy alta significancia, con $p < 0.001$. El R^2 representa el 0.02% de la varianza en PEOU. Dando como resultado, que la eficiencia actual de los participantes no influencia sus percepciones de facilidad de uso. Lo que permite corroborar que hipótesis H_{40} es aceptada, es decir que, la Eficiencia no determina la Facilidad de Uso Percibida.

Tabla 24 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 | R ² |
|--------------|---------|---------|-----------|-------|--------|-------|----------------|
| Constante | 4,601 | 0,582 | ---- | 7,909 | 0 | ---- | ---- |
| Eficiencia | 0,005 | 0,028 | 0,042 | 0,182 | 0,858 | 0,042 | 0,002 |

Efectividad vs Utilidad Percibida

Para comprobar si la Utilidad Percibida (PU) es determinada por la Efectividad de los participantes, la hipótesis H_{50} : La percepción de la utilidad no está determinada por la efectividad, ha sido probada. En la Tabla 25 se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual resultó la siguiente ecuación de regresión.

$$PU = (4.67 + (-0.05)) * efectividad$$

Tabla 25 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 | R ² |
|--------------|---------|---------|-----------|--------|--------|-------|----------------|
| Constante | 4,67 | 0,756 | ---- | 6,169 | 0 | ---- | ---- |
| Efectividad | -0,05 | 0,832 | -0,015 | -0,063 | 0,95 | 0,015 | 0 |

El modelo de regresión fue encontrado con alta significancia, con $p < 0.01$. El R^2 representa el 0% de la varianza en PEOU. Dando como resultado, que la efectividad actual de los participantes no influencia sus percepciones de utilidad percibida. Lo que permite corroborar que la hipótesis H_{50} es aceptada, es decir que, la efectividad no determina la utilidad.

Facilidad de uso percibida vs Utilidad Percibida

Para comprobar si la Utilidad Percibida (PU) es determinada por Facilidad de Uso Percibida (PEOU) de los participantes, la hipótesis H₆₀ ha sido aprobada. En la Tabla 26 se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual resultó la siguiente ecuación de regresión:

$$PU = (2 + 0) * PEOU$$

Tabla 26 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 | R^2 |
|--------------|---------|---------|-----------|-------|--------|-------|-------|
| Constante | 2 | 0,782 | ---- | 3,033 | 0,007 | ---- | ---- |
| PEOU | 0 | 0,166 | 0,552 | 2,884 | 0,01 | 0,552 | 0,304 |

El modelo de regresión fue encontrado con alta significancia, $p < 0.01$. El R² muestra que la variable PEOU es capaz de explicar el 30% de la varianza en PU. Dando como resultado, que la cantidad de percepciones con respecto a PU no están determinadas por PEOU. Lo que permite rechazar la hipótesis H₆₀, es decir que, PEOU determina a PU.

Intención de Uso vs Utilidad Percibida

Para comprobar si la Utilidad Percibida (PU) es determinada por la Intención de Uso (ITU) de los jugadores, la hipótesis H₇₀: La intención de uso no es determinada por la facilidad de uso percibida, ha sido probada. En la Tabla 27, se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual resultó la siguiente ecuación de regresión.

$$ITU = (2.98 + 0.37) * PU$$

Tabla 27 Regresión simple utilidad percibida e intención de uso. Fuente: Elaboración propia

| Reg. Element | Coef(b) | Std. E. | Std. Coef | t | Sig(p) | R | R^2 |
|--------------|---------|---------|-----------|-------|--------|-------|-------|
| Constante | 2,989 | 1,012 | ---- | 2,954 | 0,008 | ---- | ---- |
| PU | 0,377 | 0,218 | 0,368 | 1,725 | 0,101 | 0,368 | 0,135 |

El modelo de regresión fue encontrado con muy alta significancia, con $p < 0.001$. El R² muestra que la variable PU es capaz de explicar el 13% de la varianza en ITU. Dando como resultado, que la cantidad de las percepciones con respecto a ITU están determinadas por PU. Lo que permite rechazar la hipótesis H₇₀, es decir que, la intención de uso es determinada por la facilidad de uso percibida

Intención de Uso vs Facilidad de Uso Percibida

Para comprobar si la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) es determinada por la Intención de Uso (ITU) de los participantes, la hipótesis H80: La intención de uso no está determinada por la utilidad percibida, ha sido probada.

En la Tabla 28, se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual resultó la siguiente ecuación de regresión.

$$ITU = (3.06 + 0.35) * PEOU$$

Tabla 28 Regresión lineal simple entre facilidad de uso percibida e Intención de uso. Fuente: Elaboración propia

| Reg. Element | Coef(b) | Std. E. | Std. Coef | t | Sig(p) | R | R^2 |
|------------------|---------|---------|-----------|-------|--------|-------|-------|
| Constante | 3,069 | 0,881 | ---- | 3,484 | 0,002 | ---- | ---- |
| PEOU | 0,353 | 0,187 | 0,398 | 1,893 | 0,074 | 0,398 | 0,159 |

El modelo de regresión fue encontrado con muy alta significancia, con $p < 0.001$. El R2 muestra que la variable PEOU es capaz de explicar el 15% de la varianza en ITU. Dando como resultado, que algunas de las percepciones con respecto a ITU están determinadas por PEOU. Lo que permite rechazar la hipótesis H₈₀, es decir que, la intención de uso está determinada por la utilidad percibida.

En la siguiente Tabla 29, se hace los análisis de los resultados, de los cuales se indica las hipótesis consideradas al inicio del experimento, sus acciones y resultados. De las cuales se indica cuales fueron rechazadas o aceptadas en función de la significancia.

Tabla 29 Resumen de la Evaluación. Fuente: Elaboración propia

| Hipótesis | Rango | Significancia | Acción | Resultados |
|-----------------------|-------|---------------|-----------|--|
| H₁₀ | ---- | ---- | Rechazada | La fase de diseño de ADE2 es fácil de usar |
| H₂₀ | ---- | ---- | Rechazada | La fase de diseño de ADE2 se percibe como útil |
| H₃₀ | ---- | ---- | Rechazada | Existe la intención de usar la fase de diseño de ADE2 es |

| | | | | |
|-----------------|---------|------------------------|-----------|---|
| | | | | fácil de usar |
| H ₄₀ | p<0.001 | Muy alta significancia | Aceptada | PEOU no es determinada por la eficiencia |
| H ₅₀ | p<0.01 | Alta significancia | Aceptada | PU no está determinada por la efectividad |
| H ₆₀ | p<0.01 | Alta significancia | Rechazada | PEOU está determinada por PEOU |
| H ₇₀ | p<0.01 | Muy alta significancia | Rechazada | ITU está determinada por PEOU |
| H ₈₀ | p<0.001 | Muy alta significancia | Rechazada | ITU está determinada por PU |

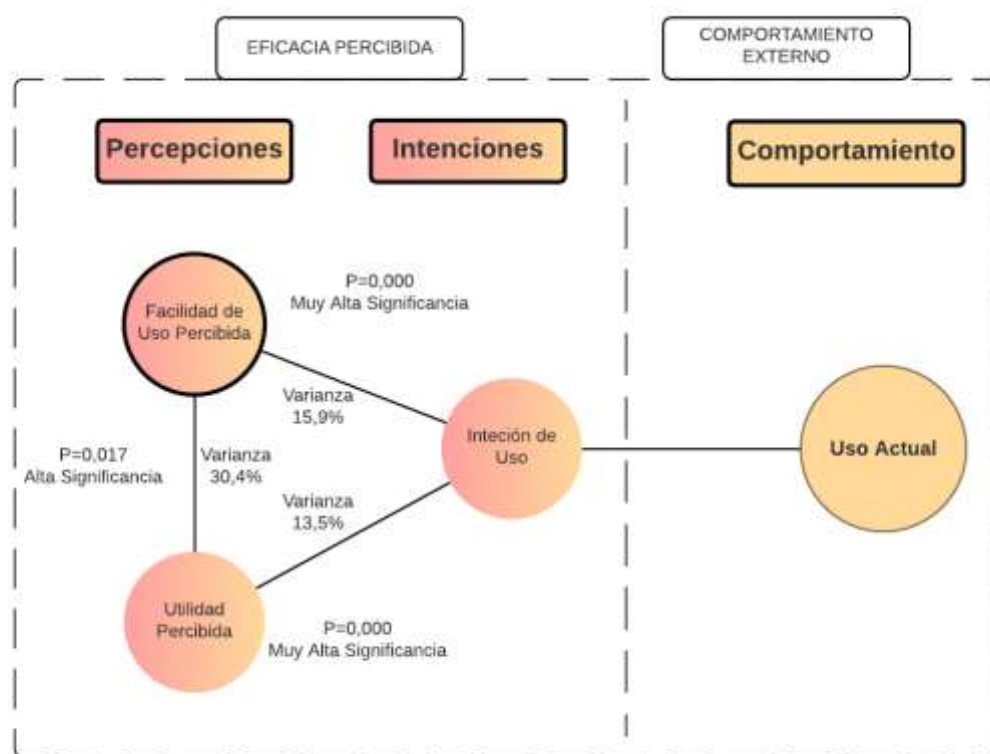


Figura 50 Conclusiones de la aplicación de MEM. Fuente: Elaboración propia

6.5 Amenazas a la validez

Esta sección presenta los principales problemas que pueden poner en peligro la validez del experimento, Cook y Campell (1979) consideran cuatro tipos de validez: de conclusión, interna,

constructo y externa. Para la validez del proceso de evaluación realizado sobre la fase de diseño de la Metodología, se detalla:

6.5.1 Validez de conclusión

Las amenazas que afectan a la validez de conclusión se refieren a la elección de métodos estadísticos y la elección del tamaño de muestra.

El tamaño y selección de la muestra está conformada por 22 participantes pertenecientes a profesionales en el área técnica, esta cantidad puede reflejar un problema de validez de conclusión, sin embargo, los resultados son muy satisfactorios ya que los participantes lograron desarrollar en su gran mayoría correctamente los pasos establecidos en el ejercicio del cuasi experimento. Para trabajos futuros se ha planteado la realizar un experimento con diferenciación, con el fin de validar la Metodología ADE2 con una muestra más grande.

6.5.2 Validez interna

La amenaza a la validez interna se vio influenciada por la calidad del internet con el que los participantes tenían acceso, además del uso de las plataformas virtuales. Sin embargo, los participantes presentes en el cuasi experimento decidieron participar de forma voluntaria de manera virtual, para lo cual, se mandó una carta con la invitación por medio del correo electrónico y se grabó todo el proceso de entrenamiento.

6.5.3 Validez de constructo

La principal amenaza en la validez del constructo es de la confiabilidad del cuestionario. Para aumentar la confiabilidad se realizó la prueba de alfa de Cronbach de preguntas relacionadas a cada variable subjetiva. Siendo el umbral mínimo aceptado $\alpha = 0.70$, entonces, en PEOU $\alpha = 0.76$, en PU $\alpha = 0.79$ y en ITU $\alpha = 0.77$. Dando validez al estudio realizado aplicando MEM.

6.5.4 Validez externa

La validez externa hace referencia a los resultados generados en diferentes contextos. Y su principal amenaza fue la pandemia que está vigente en el Ecuador desde marzo 2020. Para reducir esta amenaza, se realizó un entrenamiento previo de manera virtual, permitiendo a los participantes realizar la experimentación de la misma manera.



CAPÍTULO 7.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En el presente capítulo se encuentran las conclusiones de acuerdo a la elaboración de la metodología ADE2, cuyo objetivo principal fue *“Plantear una metodología para la creación de aplicaciones que aporten a la mejora de las funciones cognitivas de atención y memoria en adultos mayores entre 65 y 80 años, no institucionalizados.”*. Entorno a este objetivo general, se mencionan las estrategias que permitieron minimizar amenazas para cumplir los objetivos específicos de este trabajo.

7.1 Conclusiones

El primer objetivo específico a cumplir fue: *“Evidenciar el estado actual de la investigación relacionada con los juegos serios orientados a las personas de la tercera edad, de esta manera identificar los conceptos, técnicas y objetivos de los juegos serios, a través de la elaboración de un marco tecnológico robusto”*, para el cual, se realizó una revisión sistemática. Dentro de este objetivo se encontró como dificultad la selección de las preguntas y criterios de extracción ya que la cadena de búsqueda debe ir acorde a misma. Dados los criterios que fueron mencionados en la Sección V, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La mayoría de aplicaciones desarrolladas o juegos serios van relacionados con preservar y mejorar la memoria de un adulto mayor.
- Existe una falta aplicaciones tecnológicas o juegos serios con respecto a la pérdida del lenguaje en el adulto mayor.
- La mayoría de aplicaciones tecnológicas de los trabajos incluidos fueron desarrolladas en plataformas de escritorio.
- ACM fue la biblioteca digital con la mayor cantidad de trabajos incluidos.

El segundo objetivo específico fue: *“Diseñar una metodología que permita crear juegos serios que sirvan para apoyar al personal sanitario en las intervenciones neuropsicológicas de atención y memoria”*, para el cual, se desarrolló la metodología ADE2. La dificultad encontrada en este objetivo fue hallar e incluir de manera concreta los pasos para lograr una metodología que pueda abarcar todo lo necesario para ayudar a un Ingeniero de Software al momento de desarrollar aplicaciones tecnológicas que aporten a la mejora cognitiva de atención y memoria de adultos mayores. Además, se remarca las siguientes conclusiones:

- Es necesario incluir al experto en el dominio durante la mayor parte del desarrollo, debido a que, al ser del personal sanitario aporta con los requerimientos que se deben cumplir en el desarrollo de la aplicación tecnológica.
- Los criterios de accesibilidad y los principios de HCI son fundamentales para crear un diseño de interfaz que sea visualmente agradable para el usuario y además ayude a los Ingenieros de Software a crear un ambiente en el que el usuario final pueda fluir con la aplicación de forma natural.
- Las plantillas de usuario persona que se obtienen de los usuarios finales, son de gran importancia para adaptar los criterios de HCI hacia ellos.

El tercer objetivo específico a cumplir fue: *“Instanciar la metodología planteada a través de un juego serio.”*, para el cual, se desarrolló un juego de rompecabezas que aporte con las funciones cognitivas de atención y memoria. La dificultad encontrada en este objetivo fue encontrar la plataforma de desarrollo que permita una gran escalabilidad para que la aplicación se mantenga con el tiempo. De este objetivo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se deben considerar herramientas que sean híbridas y multiplataforma para que puedan adaptarse a cualquier cambio que pueda suscitarse en el futuro, garantizando así la durabilidad de la aplicación tecnológica.

- Evaluar las posibles herramientas de prototipado de acuerdo a los requerimientos que el experto de salud crea pertinente.
- Crear los prototipos de una forma clara y con los colores, tamaño de letra, tipo de letra, etc. que sugieren los criterios de Accesibilidad descritos en ADE2.

Finalmente, para cumplir el objetivo: *“Evaluar la solución planteada a través de un caso de estudio y/o experimento controlado, con la finalidad de dar validez a la solución.”*, se realizó un cuasi experimento con ingenieros del área técnica. Una de las grandes dificultades fue la entrega de la información debido a la pandemia, para lo cual, se decidió utilizar las herramientas proporcionadas por la universidad como son: Zoom (Videoconferencias) y Google Drive (Página web y entrega de documentos), desde las cuales se pudo llevar a cabo de forma intuitiva el cuasi experimento. Como conclusiones de este objetivo se obtuvo:

- La gran mayoría de los participantes consideraron la metodología como fácil de seguir, útil y consideraron utilizarla en el futuro.
- La efectividad del juego puede verse afectada de acuerdo al nivel de detalle que se proporcione a los prototipos a lápiz desarrollados por los participantes.
- Los participantes pudieron encontrar de forma fácil toda la información proporcionada para el cuasi experimento, lo que provocó que no existieran preguntas relacionadas con la explicación del método.
- La retroalimentación brindada gracias a los ejercicios del cuasi experimento permitió comprobar que la metodología es fácil de entender, además de eficiente.

En conclusión, la metodología ADE2, fue aceptada por la mayoría de los Ingenieros que participaron en el cuasi experimento, lo que consecuentemente permite señalar que ADE2 puede ser usada en el futuro para realizar aplicaciones tecnológicas que aporten con la atención y memoria de los adultos mayores.

7.2 Trabajo Futuro

Como trabajo futuro se pueden incorporar interfaces con AAL (Ambient Assisted Living) para poder crear una solución más completa y robusta.

Además, una vez terminada la pandemia, cuando se pueda asegurar que los adultos mayores no corran peligro, se puede probar el juego del rompecabezas con participantes del programa “Universidad del Adulto Mayor” a través de convenios.

BIBLIOGRAFÍA

Ahlskog, M., Paloheimo, J., Stubb, H., Dyreklev, P., Fahlman, M., Ahlskog, M., ... Andersson, R. (2014). *Marco conceptual para un diseño arquitectónico basado en aspectos de calidad*. 1–79.

Alvarado García, A. M., & Salazar Maya, Á. M. (2014). Análisis del concepto de envejecimiento. *Gerokomos*, 25(2), 57–62. <https://doi.org/10.4321/s1134-928x2014000200002>

Alves, R. F., do Carmo Eulalio, M., & Brobeil, S. A. J. (2009). La promoción de la salud y la prevención de enfermedades como actividades propias de la labor de los psicólogos. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 61(2), 1–12.

Anderson, N., & Craik, F. (2000). *Memory in the aging brain*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/313154452_Memory_in_the_aging_brain

Arana, J., G. Meilán, J., & Pérez, E. (2006). El concepto de psicología: entre la diversidad conceptual y la conveniencia de unificación. Apreciaciones desde la epistemología. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 8(1), 111–142.

Arch, A. (2008). WAI Guidelines and Older Web Users: Findings from a Literature Review. Retrieved from <https://www.w3.org/WAI/WAI-AGE/comparative.html>

Basarat, A. (1999). *Deep Dive to TypeScript*. Retrieved from <https://github.com/basarat/typescript-book>

Basili, V. R., Caldiera, G., & Rombach, H. D. (1994). The goal question metric approach. *Encyclopedia of Software Engineering*, 2, 528–532. <https://doi.org/10.1.1.104.8626>

Benavides-caro, D. C. A. (2007). Deterioro cognitivo en el Adulto Mayor. *Ciencias Holguín*, 13(4), 1–11.

Benedet, M. J. (2002). *Cognitiva., Neuropsicología Clínica, Aplicaciones a la Investigación, y a la*



- Metodológico, Fundamento teórico y Cognitiva, de la Neuropsicología* (2002nd ed.; I. de M. y S. S. (IMSERO), Ed.). Madrid: OBSERVATORIO DE LA DISCAPACIDAD.
- Bhushan, P., & Bhushan, P. (2006a). Instructional System Design (ISD): Using the ADDIE Model. *Dermatology in a Week*, 68–68. https://doi.org/10.5005/jp/books/10200_4
- Bhushan, P., & Bhushan, P. (2006b). Module 4. In *Dermatology in a Week* (pp. 68–68). https://doi.org/10.5005/jp/books/10200_4
- Blasko, D. G., Lum, H. C., Harris, M., Blasko Drabik, H., & Halse, S. (2014). Spatial perception orientation task. *Proceedings of the Extended Abstracts of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '14*, 1753–1758. <https://doi.org/10.1145/2559206.2581196>
- Callejas Cuervo, M., Alarcón Aldan, A., & Álvarez Carreño, A. M. (2017a). Software quality models, a state of the art. *Entramado*, 13(1), 236–250. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25125>
- Callejas Cuervo, M., Alarcón Aldan, A., & Álvarez Carreño, A. M. (2017b). Software quality models, a state of the art. *Entramado*, 13(1), 236–250. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25125>
- Campbell, G. (2013). Domain Expert. Retrieved from <https://www.spiekerpoint.com/2013/02/26/what-is-a-domain-expert/>
- Carrizo, D., & Alfaro, A. (2018). Quality assurance method in a software development methodology: A practice approach. *Ingeniare*, 26(1), 114–129. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052018000100114>
- Castilla del Pino, C. (2007). Historia crítica de la Psiquiatría en el siglo XX: Una mirada biográfica. *Revista de La Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 27(1), 105–118. <https://doi.org/10.4321/s0211-57352007000100011>
- Chaudhary, P. (2018). Ionic Framework. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 05(05), 3181–3185.
- Cherry, K. (2019). How Human Memory Works. Retrieved from veryWellMind website: <https://www.verywellmind.com/what-is-memory-2795006>
- Chi, H., Agama, E., & Prodanoff, Z. G. (2017). Developing serious games to promote cognitive abilities for the elderly. *2017 IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health, SeGAH 2017*. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2017.7939279>
- Corrigan, S., Zon, G. D. R., Maij, A., McDonald, N., & Mårtensson, L. (2015). An approach to collaborative learning and the serious game development. *Cognition, Technology and Work*, 17(2), 269–278. <https://doi.org/10.1007/s10111-014-0289-8>



- Cortés, M., & León, M. (2011). Generalidades sobre Metodologías de la Investigación. *Universidad Autónoma Del Carmen*, 174 p. Retrieved from http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf
- Covella, G. (2005). *Medición y evaluación de calidad en uso de aplicaciones web*. 5–26. Retrieved from http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/4082/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4082
- Craik, F. I. M., Winocur, G., Palmer, H., Binns, M. A., Edwards, M., Bridges, K., ... Stuss, D. T. (2007). Cognitive rehabilitation in the elderly: Effects on memory. *Journal of the International Neuropsychological Society*. <https://doi.org/10.1017/S1355617707070166>
- Curtis, G. (2020a). What is Computer Programming and How to Become a Computer Programmer.
- Curtis, G. (2020b). What is Computer Programming and How to Become a Computer Programmer. Retrieved from Southern New Hampshire University website: <https://www.snhu.edu/about-us/newsroom/2018/06/what-is-computer-programming>
- Damasceno, E. F., Nardi, P. A., Silva, A. C. A., & L'Erario, A. (2017). A serious game to support the drug misuse prevention for teenagers students. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2017-Octob*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190441>
- Davis, F. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results (Massachusetts Institute of Technology). <https://doi.org/oclc/56932490>
- Díaz, J., Harari, I., & Amadeo, A. P. (2013). *Guía de Recomendaciones para Diseño de Software Centrado en el Usuario*. Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/32172>
- Do Carmo, J., Goncalves, R., Batalau, R., & Palmeira, A. L. (2013). Active video games and physical activity in overweight children and adolescents: Systematic review. *SeGAH 2013 - IEEE 2nd International Conference on Serious Games and Applications for Health, Book of Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2013.6665323>
- Ellis, A., & Young, A. (2003). *Human Cognitive Neuropsychology*. London: Psychology Press.
- Enacademic. (2010). Retrieved from Academic website: <https://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/10693810>
- Fisher, G. G., Chacon, M., & Chaffee, D. S. (2019). Theories of Cognitive Aging and Work. In *Work Across the Lifespan*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812756-8.00002-5>
- Fleming, T. M., Cheek, C., Merry, S. N., Thabrew, H., Bridgman, H., Stasiak, K., ... Hetrick, S. (2014). Serious Games for the treatment or prevention of depression: A Systematic review/Juegos serios para el tratamiento o la prevención de la depresión: una revisión



- sistemática. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 19(3), 227–242. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5944/rppc.vol.19.num.3.2014.13904>
- Glisky, E. L. (2019). Changes in Cognitive Function in Human Aging. In *Brain Aging* (pp. 3–20). <https://doi.org/10.1201/9781420005523-1>
- González, S. L. (2017). *El papel del ingeniero de sistemas en Colombia en la transformación hacia una racionalidad democrática, según la Teoría Crítica de la Tecnología*.
- Gorbanev, I., Agudelo-Londoño, S., González, R. A., Cortes, A., Pomares, A., Delgadillo, V., ... Muñoz, Ó. (2018). A systematic review of serious games in medical education: quality of evidence and pedagogical strategy. *Medical Education Online*, 23(1). <https://doi.org/10.1080/10872981.2018.1438718>
- Graafland, M., Schraagen, J. M., & Schijven, M. P. (2012). Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *British Journal of Surgery*, 99(10), 1322–1330. <https://doi.org/10.1002/bjs.8819>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2008). IEEE Std 830-1998. *Especificacion de Requisitos Segun El Estandar de IEEE 830*, 27.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *NTE-INEN ISO/IEC:25010 - Sistemas e Ingeniería de Software - Requerimientos y Evaluación de sistemas y calidad de software (SQUARE) - Modelos de calidad del sistema y software (ISO/IEC 25010:2011, IDT)*.
- Jamil, M. A., Arif, M., Abubakar, N. S. A., & Ahmad, A. (2017). Software testing techniques: A literature review. *Proceedings - 6th International Conference on Information and Communication Technology for the Muslim World, ICT4M 2016*, (November), 177–182. <https://doi.org/10.1109/ICT4M.2016.40>
- Jirayucharoensak, S., Israsena, P., Pan-Ngum, S., & Hemrungronj, S. (2014). A game-based neurofeedback training system for cognitive rehabilitation in the elderly. *Proceedings - REHAB 2014*, 278–281. <https://doi.org/10.4108/icst.pervasivehealth.2014.255448>
- Justice, N. J. (2018). The relationship between stress and Alzheimer's disease. *Neurobiology of Stress*, 8, 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2018.04.002>
- Kalaivani, M., Jeyalakshmi, M. S., & Aarthy, M. T. (2017). Neurofeedback training for elderly with increased stress level. *Proceedings of 2017 11th International Conference on Intelligent Systems and Control, ISCO 2017*, 129–133. <https://doi.org/10.1109/ISCO.2017.7855967>
- Kalinova, G. (2008). Project manager and his knowledge, skills, and attitude perspectives. *Slovak Journal of Civil Engineering*, (1), 29–36. Retrieved from gabriela.kalinova@stuba.sk

- Khemlani, S. S. (2018). Reasoning. In *Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience*. <https://doi.org/10.1002/9781119170174.epcn311>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in SE*. 1–44. <https://doi.org/10.1145/1134285.1134500>
- Klein, R. M., Dilchert, S., Ones, D. S., & Dages, K. D. (2015). Cognitive predictors and age-based adverse impact among business executives. *Journal of Applied Psychology*, 100(5), 1497–1510. <https://doi.org/10.1037/a0038991>
- Kultima, A. (2015). Game design research. *ACADEMICMINDTREK 2015 - Proceedings of the 19th International Academic Mindtrek Conference*, (September), 18–25. <https://doi.org/10.1145/2818187.2818300>
- Lau, H. M., Smit, J. H., Fleming, T. M., & Riper, H. (2017). Serious games for mental health: Are they accessible, feasible, and effective? A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 7(JAN). <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2016.00209>
- Lezak, M. D. (1995). Neuropsychological assessment (3rd ed.). In *Neuropsychological assessment (3rd ed.)*.
- Lindgren, M., Hagstadius, S., Åbjörnsson, G., & Ørbæk, P. (1997). Neuropsychological Rehabilitation of patients with organic solvent-induced chronic toxic encephalopathy. A pilot study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 7(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/713755519>
- Lopes, S., Magalhães, P., Pereira, A., Martins, J., Magalhães, C., Chaleta, E., & Rosário, P. (2018). Games used with serious purposes: A systematic review of interventions in patients with cerebral palsy. *Frontiers in Psychology*, 9(SEP). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01712>
- Lopez, J. P., Martín, D., Moreno, F., Hernández-Peñaloza, G., Alvarez, F., Marín, M., ... Burgos, M. (2018). Acceptance of cognitive games through smart TV applications in patients with Parkinson's disease. *ACM International Conference Proceeding Series*, 428–433. <https://doi.org/10.1145/3197768.3201553>
- Marchetti, G., Benedetti, G., & Alharbi, A. (2015). Attention and meaning: The attentional basis of meaning. In *Attention and Meaning: The Attentional Basis of Meaning*.
- Marcos, M. (2001). Concepto Y Desarrollo. *Universidad de Saragoza*, 10(6), 1–19.
- McLeod, S. (2013). Stages of memory - encoding storage and retrieval. Retrieved from Simply Psychology. website: <https://www.simplypsychology.org/memory.html>
- McMahon, M. (2007). A document oriented model for the design of serious games. *European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2007*, 197–204.



Miguel, A. H., Martínez, C. A., Jesús, M. De, Álvarez, P., Yutzil, N., Renovato, L., & Barrios, U. H. (2018). *Diseño de interfaces con tecnología táctil para adultos mayores*. 79–82.

Ministerio de Salud Pública. (2011). *Guía de mejoramiento de la calidad en la atención integral de salud de las personas adultas mayores*. Quito.

Moody, D. L. (2003). Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL) The Method Evaluation Model: A Theoretical Model for Validating Information Systems Design Methods The Method Evaluation Model: A Theoretical Model for Validating Information Systems Desig. *AIS Electronic*. Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/ecis2003%0Ahttp://aisel.aisnet.org/ecis2003/79>

Muratet, M., Torguet, P., Jessel, J. P., & Viallet, F. (2009). Towards a serious game to help students learn computer programming. *International Journal of Computer Games Technology*. <https://doi.org/10.1155/2009/470590>

Novell Alsina, R., Rueda Quitllet, P., Salvador Carulla, L., & Forgas Farre, E. (2003). Salud mental y alteraciones de la conducta en las personas con discapacidad intelectual. Guía práctica para técnicos y cuidadores. *Feaps*, 331. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11181/3215%0A>

Omg. (2008). *Software & Systems Process Engineering Meta-Model Specification V2.0*. (April), 236. <https://doi.org/formal/2008-04-01>

Organización Mundial de la Salud. (2015). *Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud*. Retrieved from <https://www.who.int/ageing/publications/world-report-2015/es/>

Ospina, B., Sandoval, J. de J., Aristizábal, C., & Ramírez, 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. *Invest. Educ. Enferm*, 23(1), 14–29.

Pang, G. K. H., & Kwong, E. (2015). Considerations and design on apps for elderly with mild-to-moderate dementia. *International Conference on Information Networking, 2015-Janua*, 348–353. <https://doi.org/10.1109/ICOIN.2015.7057910>

Patrizi, A., Mattioli, P. L., Lugatti, L., & Patrone, P. (1992). Malattie Bollose: Studio Epidemiologico Su 164 Pazienti in Eta Adulta. *Giornale Italiano Di Dermatologia e Venereologia*, 127(10), 479–483.

Pesántez, P., Acosta, M., Jimbo, V., Sinchi, P., & Cedillo, P. (2020). Towards an evaluation method of how accessible serious games are to older adults. *IEEE*.

Portellano, J. A. (2005). *INTRODUCCION A LA NEUROPSICOLOGIA - PORTELLANO* (S. A. U. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, Ed.). Madrid: McGRAW-HILL.

Pressman, R. (2002). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*.



Ramírez, P. E., Legery, P. S., & Fuentes, C. A. (2014). Los programas de ingeniería en sistemas de información y control de gestión en Chile: Un análisis cuantitativo. *Formacion Universitaria*, 7(2), 21–28. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000200004>

Requeriments Engineer. (2006). Retrieved from <https://www.modernanalyst.com/TheProfession/Roles/RequirementsEngineer/tabid/188/Default.aspx>

Ruiz Enríquez, L., Farías Palacín, E., Flores, F., Líder, E., Honores Solano, C., Llanos Muñoz, R., ... Zúñiga Ángeles, A. (2017). Metodología de desarrollo de software. *Universidad Católica Los Ángeles Chimbote*, 1, 1–39. Retrieved from <https://www.uladech.edu.pe/images/stories/universidad/documentos/2018/metodologia-a-desarrollo-software-v001.pdf>

Santana, C. (2016). What Is Language? *Ergo, an Open Access Journal of Philosophy*, 3(20200313), 1–21. <https://doi.org/10.3998/ergo.12405314.0003.019>

Shawn, L. H., & Wayne, D. (2008). Web Accessibility Initiative. Retrieved from <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/glance/es>

Silva Neto, H., Cerejeira, J., & Roque, L. (2018). Cognitive screening of older adults using serious games: An empirical study. *Entertainment Computing*, 28(July), 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2018.08.002>

Sommerville, I. (2016). *Software Engineering-Sommerville(Tenth Edition)*.

Tamayo, R. (2011). A checklist to define the psychological processes. *Revista Colombiana de Psicología*, 20(2), 321–327.

Tong, T., & Chignell, M. (2014). Developing a serious game for cognitive assessment: Choosing settings and measuring performance. *ACM International Conference Proceeding Series*, 70–79. <https://doi.org/10.1145/2592235.2592246>

Tzec, O. S., & Siegel, M. (2015). Principios de diseño visual para HCI. *Avalaible: Http://Tzec.Com/Files/Capitulodiseno-Visual-Para-Ux. Pdf*, (July).

Vasconcelos, A., Silva, P. A., Caseiro, J., Nunes, F., & Teixeira, L. F. (2012). Designing tablet-based games for seniors: The example of CogniPlay, a cognitive gaming platform. *ACM International Conference Proceeding Series*, 3, 1–10. <https://doi.org/10.1145/2367616.2367617>

Wang, R., DeMaria, S., Goldberg, A., & Katz, D. (2016). A Systematic Review of Serious Games in Training Health Care Professionals. *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 11(1), 41–51. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000118>

Wiegiers, K. (1999). Template Analysis Requeriments. Retrieved from

https://www.latech.edu/~box/ase/srs_template.doc

Wilkinson, A., Tong, T., Zare, A., Kanik, M., & Chignell, M. (2018). Monitoring Health Status in Long Term Care Through the Use of Ambient Technologies and Serious Games. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 22(6), 1807–1813. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2018.2864686>

World Health Organization. (2019, September). Dementia.

Yanguas, J. J. (2007). *Modelo de atención a las personas con enfermedad de Modelo de atención a las personas con enfermedad de Alzheimer*.

Yanti, P. P., Rosmansyah, Y., & Dabarsyah, B. (2019). Serious Games for Children: A Systematic Literature Review. *Proceedings - 1st International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System, ICIMCIS 2019*, 79–84. <https://doi.org/10.1109/ICIMCIS48181.2019.8985230>

Zeng, Z., Fauvel, S., Hsiang, B. T. T., Wang, D., Qiu, Y., Khuan, P. C. O., ... Chin, J. J. (2018). Towards Long-term tracking and detection of early dementia. *Proceedings of the 3rd International Conference on Crowd Science and Engineering*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3265689.3265719>

ANEXOS

9.1 Anexo 1

| BIBLIOTECA | TÍTULO | AÑO |
|------------|--|------|
| IEEE | Neurofeedback Training For Elderly With Increased Stress Level | 2017 |
| IEEE | Development of a Game-based Cognitive Measures System for Elderly on the Basis of Mini-Mental State Examination | 2017 |
| IEEE | Serious Games for the Cognitive Stimulation of Elderly People | 2016 |
| IEEE | Considerations and Design on Apps for Elderly with Mild-to-moderate Dementia | 2015 |
| IEEE | VREAD : A Virtual Simulation to Investigate Cognitive Function in the Elderly | 2012 |
| IEEE | Model-based Evaluation of Playing Strategies in a Memo Game for Elderly Users | 2015 |
| IEEE | Eldergames Project: An innovative Mixed Reality Table-top Solution to Preserve Cognitive Functions in Elderly People | 2009 |
| IEEE | Monitoring Health Status in Long Term Care Through the use of Ambient Technologies and Serious Games | 2017 |
| IEEE | Design recommendations for the development of virtual reality focusing on the elderly | 2019 |
| IEEE | Use of videogames for functional rehabilitation dynamic for upper limbs in older adults, advanced age and elderly | 2018 |
| IEEE | Design of Games for Measurement of Cognitive Impairment | 2014 |

| | | |
|--------------------|---|------|
| IEEE | Requirements for a Cognitive Training Game for Elderly or Disabled People | 2011 |
| IEEE | Cognitive Intervention Protocol for Age-Related Memory Impairments | 2013 |
| ACM | Towards Long-term Tracking and Detection of Early Dementia: A Computerized Cognitive Test Battery with Gamification | 2018 |
| ACM | Experience of Designing and Deploying a Tablet Game for People with Dementia | 2017 |
| ACM | Design and evaluation of an exergame for motor-cognitive training and fall prevention in older adults | 2018 |
| ACM | A Game-based Neurofeedback Training System For Cognitive Rehabilitation in the Elderly | 2014 |
| ACM | Creating New Technologies for Companionable Agents to Support Isolated Older Adults | 2018 |
| ACM | SmartAgeing: a 3D serious game for early detection of mild cognitive impairments | 2014 |
| ACM | Effect of a Kinect-based exercise game on improving executive cognitive performance in community- dwelling elderly | 2013 |
| ACM | Spatial Perception Orientation Task (SPOT): Developing an Accessible Tool for Measuring Spatial Working Memory | 2014 |
| ACM | Developing a Serious Game for Cognitive Assessment: Choosing Settings and Measuring Performance | 2014 |
| ACM | Designing Tablet-Based Games for Seniors: the example of CogniPlay, a cognitive gaming platform | 2012 |
| ACM | Designing Game-Based Cognitive Assessments for Elderly Adults | 2013 |
| ACM | Lights Out: An Interactive Tangible Game for Training of Post-Stroke | 2016 |
| ACM | Acceptance of Cognitive Games through Smart TV Applications in Patients with Parkinson's Disease | 2018 |
| ACM | Mobile Cognitive Training Games for older adults with mild cognitive impairment | 2015 |
| ACM | Understanding Storytelling as a Design Framework for Cognitive Support Technologies for Older Adults | 2016 |
| ACM | Multi-sensor Exercise-based Interactive Games for Fall Prevention and Rehabilitation | 2015 |
| Psychol Res | Enhancing Cognitive Functioning in Healthy Older Adults: a Systematic Review of the Clinical Significance of Commercially Available Computerized Cognitive Training in Preventing Cognitive Decline | 2016 |

| | | |
|-------------------------------|--|------|
| Psychol Res | An approach to collaborative learning and the serious game development | 2013 |
| Psychol Res | Game-based training of flexibility and attention improves task-switch performance: near and far transfer of cognitive training in an EEG study | 2018 |
| CTW | Action video gaming and cognitive control: playing Worst person shooter games is associated with improvement in working memory but not action inhibition | 2013 |
| JCE | Brain Stimulation for Cognitive Enhancement in the Older Person: State of the Art and Future Directions | 2017 |
| JCE | The Changing Face of Video Games and Video Gamers: Future Directions in the Scientific Study of Video Game Play and Cognitive Performance | 2017 |
| JCE | Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review | 2014 |
| Neuropsychology Review | Few Effects of a 5-Week Adaptive Computerized Cognitive Training Program in Healthy Older Adults | 2019 |
| N. and Rehabilitation | Neural and cognitive correlates of stigma and social rejection in individuals with Serious Mental Illnesses (SMI): a systematic review of literature | 2019 |
| E. Computing | Cognitive screening of older adults using serious games: An empirical study | 2018 |

9.2 Anexo 2

RQ1: ¿Qué tipo de soluciones tecnológicas apoyan el entrenamiento cognitivo para adultos mayores?

| Criterio | Solución planteada | Cuenta | Porcentaje % |
|---|----------------------------|---------------|---------------------|
| Técnicas de estimulación cognitiva | Atención | 26 | 67% |
| | Percepción | 19 | 49% |
| | Velocidad de procesamiento | 24 | 62% |
| | Compresión | 24 | 62% |
| | Otro | 22 | 56% |
| Tipo de herramienta usada | Juegos | 36 | 92% |

| | | | |
|---------------------------|-------------------------|----|-----|
| Alcance de enfoque | Aplicaciones | 7 | 18% |
| | Aprendizaje | 23 | 59% |
| | Evaluación | 14 | 36% |
| | Diagnóstico | 6 | 15% |
| | Intervención Primaria | 15 | 38% |
| | Intervención Secundaria | 12 | 31% |
| | Intervención Terciaria | 11 | 28% |

RQ2: ¿Qué funciones cognitivas están cubiertas con soluciones técnicas?

| Criterio | Solución planteada | Cuenta | Porcentaje % |
|---|---------------------------|---------------|---------------------|
| Tipos de modelos | ADDIE | 4 | 10% |
| | DODDEL | 0 | 0% |
| | No especifica | 34 | 87% |
| Factores que influyen en el desarrollo cognitivo | Edad | 39 | 100% |
| | Enfermedad | 13 | 33% |
| | Otros | 17 | 44% |
| Habilidades cognitivas que pueden ser entrenadas | Memoria | 33 | 85% |
| | Lenguaje | 15 | 38% |
| | Razonamiento | 18 | 46% |
| | Atención | 30 | 77% |
| Pasos comunes entre estos modelos | Análisis | 19 | 49% |
| | Diseño | 17 | 44% |
| | Desarrollo | 22 | 56% |
| | Implementación | 20 | 51% |
| | Evaluación | 31 | 79% |
| Entorno de uso | Un solo objetivo | 4 | 10% |
| | Varios objetivos | 19 | 49% |

| | | |
|-------------|----|-----|
| Emocionales | 14 | 36% |
| Aleatorio | 1 | 3% |

RQ3: ¿Cómo abordan estas soluciones la academia y la industria?

| Criterio | Solución planteada | Cuenta | Porcentaje % |
|--|-------------------------|--------|--------------|
| Fases en que los estudios basados | Análisis | 17 | 44% |
| | Diseño | 17 | 44% |
| | Implementación | 19 | 49% |
| Enfoque de aprendizaje | Aprendizaje superficial | 21 | 54% |
| | Aprendizaje profundo | 10 | 26% |
| Tipo de validación | Encuesta | 7 | 18% |
| | Caso de estudio | 17 | 44% |
| | Experimento | 26 | 67% |
| | Otro | 0 | 0% |
| Metodología | Nuevo | 37 | 95% |
| | Extensión | 0 | 0% |

9.3 Anexo 3 Formulario de Evaluación

Encuesta sobre el método para la creación de juegos serios que aporten como la mejora cognitiva de atención y memoria en Adultos Mayores no institucionalizados (ADE2) - Ecuador 2020

Para cada una de las preguntas marque, por favor, una cruz sobre el círculo que se encuentra lo más cerca posible de su opinión.

LEA POR FAVOR CADA PREGUNTA CUIDADOSAMENTE ANTES DE DAR SU RESPUESTA

**Obligatorio*

1. 1. La metodología en la fase de diseño me ha parecido compleja y difícil de seguir *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Totalmente de Acuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente en Desacuerdo |

2. 2. Creo que la fase de diseño reduciría el tiempo y el esfuerzo requerido crear aplicaciones orientadas a reforzar áreas de atención y memoria *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en Desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente en Acuerdo |

3. 3. De manera general, la metodología en la fase de diseño es difícil de entender *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Totalmente de Acuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente en Desacuerdo |

4. 4. Los pasos a seguir para realizar el diseño de interfaces son claros y fáciles de entender *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en Desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de Acuerdo |

5. 5. De manera general, considero que la fase de diseño en esta metodología es útil *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en Desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de Acuerdo |

6. 6. La fase de diseño es difícil de aprender *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Totalmente en Acuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de Desacuerdo |

7. 7. Creo que el proceso de las guías para el diseño es útil para la fase de diseño en la Metodología Planteada *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en Desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de Acuerdo |

8. 8. Si tuviera que utilizar un método de diseño de interfaces orientados a adultos mayores en el futuro, creo que tendría en cuenta este método *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en Desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de Acuerdo |

9. 9. Creo que el método NO es lo suficientemente expresivo para definir cómo se realizará la medición de las guías proporcionadas en la fase de diseño *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Totalmente de Acuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente en Desacuerdo |

10. 10. El uso de este método mejoraría mi rendimiento en la creación de interfaces para adultos mayores *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en Desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de Acuerdo |

11. 11. Pienso que sería fácil usar la guía de diseño en la metodología planteada *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en Desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de Acuerdo |

12. 12. De manera general, pienso que con este método NO puedo diseñar interfaces de manera adecuada para adultos mayores *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Totalmente en Acuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente en Desacuerdo |

13. 13. En caso de necesitar realizar un diseño para la creación de juegos serios, tendría la intención de utilizar este método en el futuro *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en Desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de Acuerdo |

14. 14. No recomendaría el uso de este método de diseño de interfaces para adultos mayores *

Marca solo un óvalo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Totalmente de Acuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente en Desacuerdo |



15. 15. ¿Tiene alguna sugerencia de cómo hacer que esta fase de diseño en la metodología sea más fácil de usar? *

16. 16. ¿Cuáles son las razones por las que tiene o no la intención de usar este método en un futuro? *

9.4 Anexo 4 Evidencia de Evaluación

9.4.1 Página Web

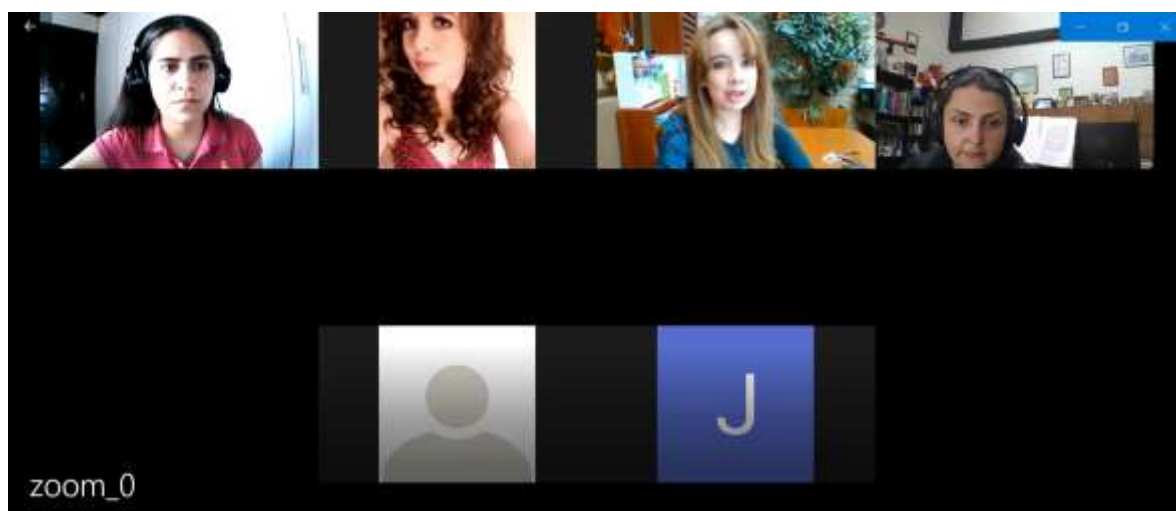
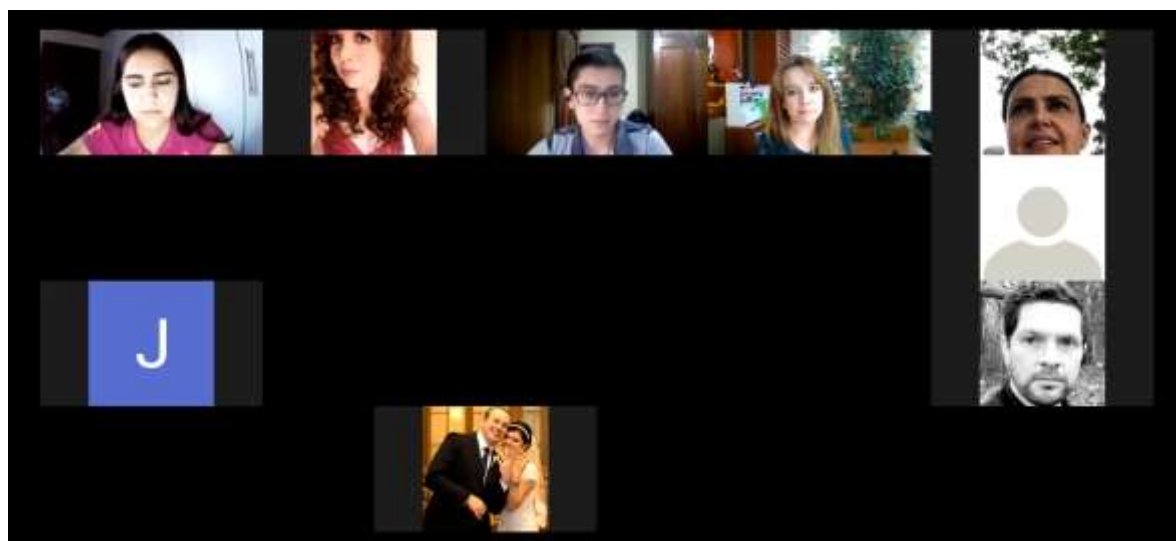
<https://sites.google.com/ucuenca.edu.ec/evaluacion-ade2/página-principal>

9.4.2 Videos de Evaluación

<https://drive.google.com/file/d/12DZ5ud3s6OxYm04Oa4ONlhF4Lkl7Y8YI/view?usp=sharing>

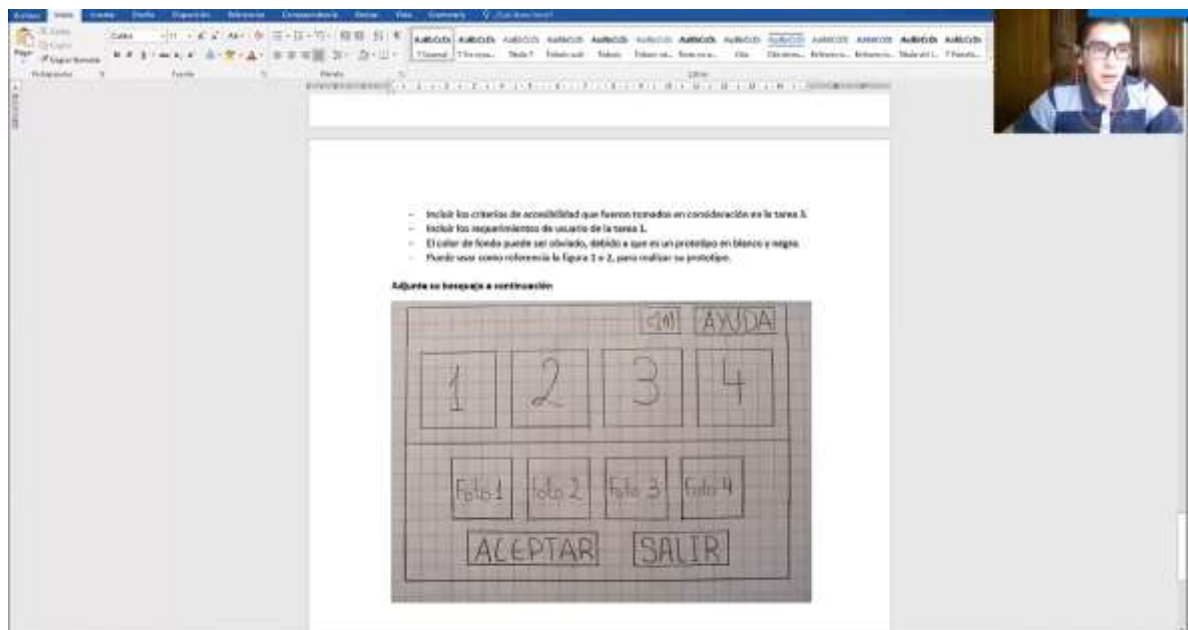
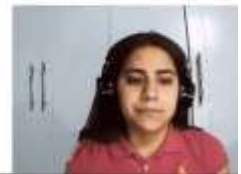
https://drive.google.com/file/d/11tVc_Ly6lab3wUsyf35rJdNGkgqqWzjQ/view?usp=sharing

9.4.3 Fotos de Evaluación



GUÍAS EN LA FASE DE DISEÑO

- **Marco de Trabajo:** Este documento provee información sobre el tipo de framework elegido, así como también una idea sobre sus ventajas y desventajas para su posterior uso en la fase de Desarrollo y despliegue



- Incluir los criterios de accesibilidad que fueron tomados en consideración en la tarea 3.
- Incluir los requerimientos de usuario de la tarea 1.
- El color de fondo puede ser olvidado, debido a que es un prototipo en blanco y negro.
- Puede usar como referencia la Figura 2 o 3, para realizar su prototipo.

Adjunte su respuesta a continuación

| | | | |
|---------|--------|--------|--------|
| AYUDA | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Foto 1 | Foto 2 | Foto 3 | Foto 4 |
| ACEPTAR | | SALIR | |

9.5 Análisis de los Resultados

En esta sección se analizará los resultados obtenidos por cada una de las preguntas que fueron realizadas en el cuestionario para medir las variables de percepción, de los cuales se obtuvo lo siguiente.

En la Figura 51, se muestra los resultados de la pregunta uno de la cual se concluyó que los participantes al realizar el experimento con la metodología propuesta, están en desacuerdo en que los pasos realizados fueron fáciles e intuitivos de realizar, además existe un 5% que en este caso fue de un participante, en el cual no está ni en acuerdo ni en desacuerdo con respecto a la pregunta planteada.



Figura 51 Resultados de la encuesta, pregunta 1. Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, de la Figura 52, los participantes están de acuerdo en que la metodología propuesta en la fase de diseño reduce el tiempo requerido para crear aplicaciones enfocadas en áreas de atención y memoria, de la cual el 67% respondió que está totalmente de acuerdo, mientras que el 33% está de acuerdo.



Figura 52 Resultados de la encuesta, pregunta 2. Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la Figura 53, se concluye que los participantes en la gran mayoría es decir, en un 95% están en desacuerdo, que la metodología en la fase de diseño es difícil de entender, por lo que se concluye que no sufrieron inconvenientes al realizar el experimento el cual estaba orientado a la fase de diseño, mientras que un participante no está en acuerdo ni en desacuerdo que esta metodología fue difícil de entender.



Figura 53 Resultados de la encuesta, pregunta 3. Fuente: Elaboración Propia

De igual manera los resultados de la Figura 54, los participantes en su gran mayoría, es decir, el 76% están totalmente de acuerdo, mientras que el 24% está de acuerdo, en que los pasos que

realizaron en el experimento fueron claros y fáciles de entender, por lo que se concluye que no existieron inconvenientes por parte de los participantes al realizar el experimento.



Figura 54 Resultados de la encuesta, pregunta 4. Fuente: Elaboración Propia

Además, los resultados de la Figura 55, por parte de los participantes están totalmente de acuerdo en un 76%, que la fase de diseño propuesta en esta metodología es útil para elaborar aplicaciones que soporten áreas de atención y memoria en adultos mayores.



Figura 55 Resultados de la encuesta, pregunta 5. Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la pregunta seis presentados en la Figura 56, nos dicen que los participantes están totalmente en desacuerdo en un 71% de la muestra de 21 participantes, con que la fase

de diseño fue difícil de aprender por lo que se concluye que es una fase la cual es de fácil aplicación ya que no existió resultados de los cuales, algún participante colocará que está de acuerdo en que esta fase fue difícil de aprender.



Figura 56 Resultados de la encuesta, pregunta 6. Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 57, los resultados de la pregunta siete por parte de los participantes manifiestan en su mayoría que están de acuerdo en un 52%, mientras que en un 48% están totalmente de acuerdo con que las guías presentadas en el experimento fueron útiles para ser usadas durante la ejecución del experimento, además, hubieron comentarios los cuales manifestaban que se puede incluir más documentación en las guías para realizar prototipos más robustos y claros, como por ejemplo: i) incluir criterios de accesibilidad con mayor detalles, es decir, colores más usados, tipo de letra, etc., ii) incluir documentación más extensa con respecto a las herramientas para realizar prototipos, etc.



Figura 57 Resultados de la encuesta, pregunta 7. Fuente: Elaboración Propia

Los resultados que se presentan en la Figura 58, corresponden a la pregunta ocho, en la cual los participantes están totalmente de acuerdo en un 67%, en un 28% de acuerdo y en un 5% en un estado neutro con respecto a que, tendrían en cuenta este método para diseñar interfaces de usuario orientadas a adultos mayores en un futuro.



Figura 58 Resultados de la encuesta, pregunta 8. Fuente: Elaboración Propia

De igual manera los resultados presentados en la Figura 59, muestran que los participantes están en desacuerdo con la pregunta nueve en un 90%, por lo que, piensan que el método es lo suficientemente expresivo para definir cómo se realizará la medición de las guías que se les

fueron proporcionadas en la fase de diseño, mientras que en un 10% consideran que el método fue lo suficientemente claro para realizar el experimento el cual fue planteado.



Figura 59 Resultados de la encuesta, pregunta 9. Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la pregunta diez, nos indica que los participantes están totalmente de acuerdo en un 57% en que la fase de diseño que usaron es útil para mejorar el rendimiento en la creación de interfaces para adultos mayores, ya que no existieron participantes los cuales hayan respondido lo contrario.



Figura 60 Resultados de la encuesta, pregunta 10. Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 61, se observar que los participantes están totalmente de acuerdo en un 81%, que la guía de diseño fue fácil de usar durante la ejecución del experimento, por otra parte un participante no está en acuerdo ni desacuerdo en que la guía proporcionada fue de fácil uso.



Figura 61 Resultados de la encuesta, pregunta 11. Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 62, los resultados de la pregunta catorce por parte de los participantes nos dice que, veinte de los veintiún están en total desacuerdo con la pregunta planteada, además, existe un participante que está en desacuerdo por lo que, ellos sí recomendarían el uso del método de diseño de interfaces para adultos mayores.



Figura 62 Resultados de la encuesta, pregunta 12. Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la Figura 63, nos indican que los participantes están totalmente de acuerdo en un 62% y de acuerdo en un 38% que tendrían intención de volver a usar en un futuro el método que les fue proporcionado durante el experimento para realizar interfaces para adultos mayores.

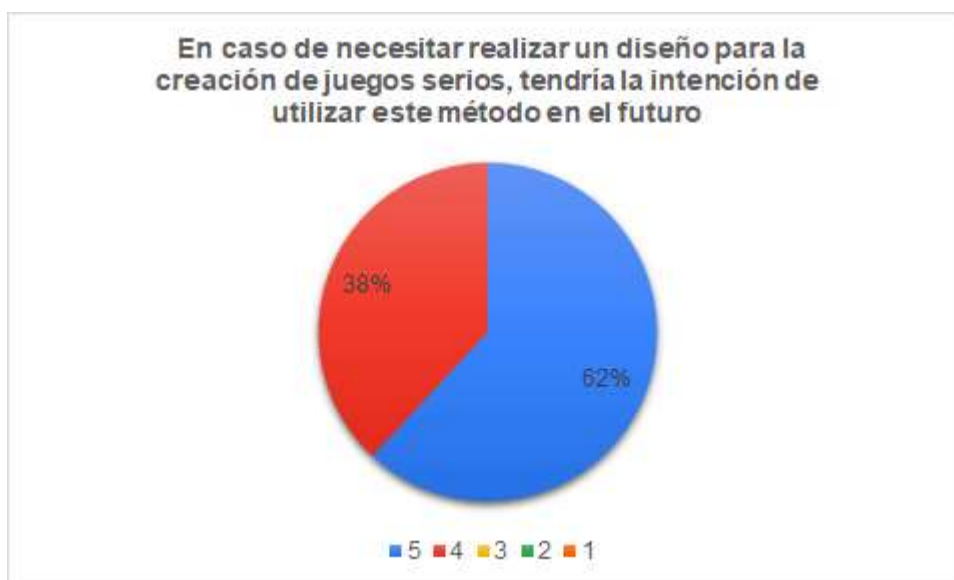


Figura 63 Resultados de la encuesta, pregunta 13. Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 64, los resultados de la pregunta catorce por parte de los participantes muestra que están en total desacuerdo con la pregunta planteada, por lo que, ellos sí recomendarían el uso del método de diseño de interfaces para adultos mayores ya que veinte de los veintiún participantes harían uso de la misma.



Figura 64 Resultados de la encuesta, pregunta 14. Fuente: Elaboración Propia

APÉNDICES

10.1 Apéndice A: Documento de especificación de requerimientos

Especificación de requisitos de software

Proyecto: Juego rompecabezas



Septiembre del 2020



Ficha del documento

| Fecha | Revisión | Autor | Verificado dep. Calidad. |
|------------|----------|--|--------------------------|
| 01/09/2020 | | Arias Ochoa Jefferson Hernan, Arteaga García Emily Judith | |



Juego de rompecabezas orientado a un adulto mayor para el
entrenamiento de las áreas de atención y memoria.

Pág. 3

Especificación de requisitos de software

Contenido

| | |
|--|----------|
| FICHA DEL DOCUMENTO | 2 |
| CONTENIDO | 3 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1.1 Propósito | 4 |
| 1.2 Alcance | 4 |
| 1.3 Personal involucrado | 4 |
| 1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas | 5 |
| 1.5 Referencias | 5 |
| 1.6 Resumen | 5 |
| 2 DESCRIPCIÓN GENERAL | 5 |
| 2.1 Perspectiva del producto | 5 |
| 2.2 Funcionalidad del producto | 5 |
| 2.3 Características de los usuarios | 6 |
| 2.4 Restricciones | 6 |
| 2.5 Suposiciones y dependencias | 7 |
| 3 REQUISITOS ESPECÍFICOS | 7 |
| 3.1 Requisitos comunes de las interfaces | 10 |
| 3.1.1 Interfaces de usuario | 10 |
| 3.1.2 Interfaces de hardware y software | 10 |



Juego de rompecabezas orientado a un adulto mayor para el
entrenamiento de las áreas de atención y memoria.

Pág. 4

Especificación de requisitos de software

1 Introducción

Este documento es una Especificación de Requisitos Software (ERS) para el juego de rompecabezas orientado a un adulto mayor, para el entrenamiento de áreas de atención y memoria.

1.1 Propósito

El presente documento tiene como propósito definir las especificaciones funcionales, no funcionales para el desarrollo de un juego el cual tienen como objetivo entrenar las áreas de atención y memoria. Éste será utilizado por adultos mayores a 65 años de edad.

1.2 Alcance

Esta especificación de requisitos está dirigida al usuario del sistema, para continuar con el desarrollo de aplicaciones educativas sobre la institución y para profundizar en la automatización de ésta, la cual tiene por objetivo principal el gestionar los distintos procesos administrativos (Inventario, Eventos, Curso e Información) y académicos (Aula Virtual).

1.3 Personal involucrado

| | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Nombre | Priscila Cedillo |
| Rol | Director del Proyecto |
| Información de contacto | priscila.cedillo@ucuenca.edu.ec |
| Nombre | Cristina Sánchez |
| Rol | Analista, diseñador y programador |
| Información de contacto | cristina.sanchezz@ucuenca.edu.ec |
| Nombre | Emily Arteaga |
| Rol | Analista, diseñador y programador |
| Información de contacto | emily.arteaga@ucuenca.edu.ec |
| Nombre | Jefferson Arias |
| Rol | Analista, diseñador y programador |
| Información de contacto | jefferson.arias@ucuenca.edu.ec |
| Nombre | Daniela Prado |
| Rol | Experto de salud |
| Información de contacto | daniela.pradoc@ucuenca.edu.ec |

Descripción de requisitos del software



Juego de rompecabezas orientado a un adulto mayor para el
entrenamiento de las áreas de atención y memoria.

Pág. 5

Especificación de requisitos de software

1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

| Nombre | Descripción |
|---------|--|
| Usuario | Persona que usará el sistema para gestionar procesos |
| ERS | Especificación de Requisitos Software |
| RF | Requerimiento Funcional |
| RNF | Requerimiento No Funcional |

1.5 Referencias

| Título del Documento | Referencia |
|--------------------------|------------|
| Standard IEEE 830 - 1998 | IEEE |

1.6 Resumen

Este documento consta de tres secciones. En la primera sección se realiza una introducción al mismo y se proporciona una visión general de la especificación de recursos del sistema.

En la segunda sección del documento se realiza una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que éste debe realizar, los datos asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afectan al desarrollo, sin entrar en excesivos detalles.

Por último, la tercera sección del documento es aquella en la que se definen detalladamente los requisitos que debe satisfacer el sistema.

2 Descripción general

2.1 Perspectiva del producto

El juego de rompecabezas está orientado hacia un adulto mayor, en el cual se le presentará una foto de su niñez, adolescencia o vejez según sea su elección; además, está orientado a plataformas móviles las cuales son las de uso más común para estos tipos de usuarios.

2.2 Funcionalidad del producto

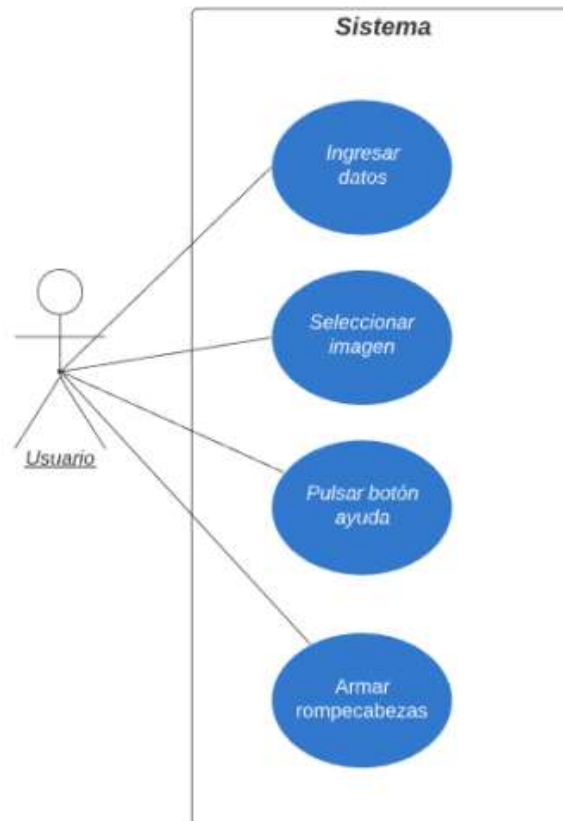
Descripción de requisitos del software



Juego de rompecabezas orientado a un adulto mayor para el entrenamiento de las áreas de atención y memoria.

Pág. 6

Especificación de requisitos de software



2.3 Características de los usuarios

| | |
|-----------------|---------------------------------------|
| Tipo de usuario | Adulto Mayor |
| Formación | TSU en Informática |
| Actividades | Control y manejo del juego en general |

2.4 Restricciones

- Juego para ser usado con internet.
- Lenguajes y tecnologías en uso: Ionic, Typescript.
- Los servidores deben ser capaces de atender consultas concurrentemente.

Descripción de requisitos del software



Juego de rompecabezas orientado a un adulto mayor para el entrenamiento de las áreas de atención y memoria.

Pág. 7

Especificación de requisitos de software

- El sistema se diseñará según un modelo cliente/servidor.
- El sistema deberá tener un diseño e implementación sencilla, independiente de la plataforma o del lenguaje de programación.

2.5 Suposiciones y dependencias

- Se asume que los requisitos aquí descritos son estables
- Los equipos en los que se vaya a ejecutar el sistema deben cumplir los requisitos antes indicados para garantizar una ejecución correcta de la misma

3 Requisitos específicos

Requerimientos Funcionales

| | |
|--|--|
| Identificación del requerimiento: | RF01 |
| Nombre del Requerimiento: | Ingreso de datos del usuario. |
| Características: | Los usuarios deben ingresar sus datos tales como: cédula de identidad, nombre, edad, sexo. |
| Descripción del requerimiento: | El sistema debe proveer los datos de las fotos registradas en base a la cédula de identidad ingresada. |
| Requerimiento NO funcional: | <ul style="list-style-type: none"> • RNF01 • RNF02 • RNF03 • RNF04 |
| Prioridad del requerimiento: | Alta |

| | |
|--|---|
| Identificación del requerimiento: | RF02 |
| Nombre del Requerimiento: | Selección de foto a realizar el armado. |
| Características: | El usuario deberá elegir una foto, la cual le servirá para realizar el rompecabezas. |
| Descripción del requerimiento: | El sistema proporcionará las distintas fotos del usuario, las cuales se encuentran registradas en el sistema. |
| Requerimiento NO funcional: | <ul style="list-style-type: none"> • RNF01 • RNF03 • RNF04 |
| Prioridad del requerimiento: | Alta |

| | |
|--|---------------------------|
| Identificación del requerimiento: | RF02 |
| Nombre del Requerimiento: | Mostrar ayuda al usuario. |

Descripción de requisitos del software



Juego de rompecabezas orientado a un adulto mayor para el entrenamiento de las áreas de atención y memoria.

Pág. 8

Especificación de requisitos de software

| | |
|---|--|
| Características: | El sistema ofrecerá al usuario un botón de ayuda, el cual le permite visualizar por cinco segundos la foto a realizar el armado. |
| Descripción del requerimiento: | El usuario podrá visualizar la foto por un corto periodo de tiempo, que fue seleccionada anteriormente. |
| Requerimiento NO funcional: | <ul style="list-style-type: none"> • RNF01 • RNF02 • RNF03 |
| Prioridad del requerimiento: Alta | |

| | |
|---|--|
| Identificación del requerimiento: | RF03 |
| Nombre del Requerimiento: | Avanzar de nivel. |
| Características: | El sistema ofrecerá al usuario una alerta para avanzar al siguiente nivel, siempre y cuando todas las fichas sean colocadas de forma correcta. |
| Descripción del requerimiento: | El usuario podrá avanzar de nivel una vez haya colocada todas las fichas de manera correcta, existirán dos niveles. |
| Requerimiento NO funcional: | <ul style="list-style-type: none"> • RNF01 • RNF03 • RNF04 |
| Prioridad del requerimiento: Alta | |

| | |
|---|---|
| Identificación del requerimiento: | RF04 |
| Nombre del Requerimiento: | Colocar ficha. |
| Características: | El sistema ofrecerá al usuario las fichas necesarias para realizar el armado de la figura. |
| Descripción del requerimiento: | El usuario debe arrastrar la ficha y luego soltar en la posición correcta para que dicha ficha se quede fijada en la área considerada para armar el rompecabezas. |
| Requerimiento NO funcional: | <ul style="list-style-type: none"> • RNF01 • RNF02 • RNF04 |
| Prioridad del requerimiento: Alta | |

| | |
|--|--|
| Identificación del requerimiento: | RF05 |
| Nombre del Requerimiento: | Criterios de accesibilidad. |
| Características: | El sistema debe estar diseñado con los distintos criterios de accesibilidad orientados para un adulto mayor. |
| Descripción del requerimiento: | El diseño de las interfaces de usuario del sistema deben ser fáciles e intuitivas para un adulto mayor. |
| Requerimiento NO funcional: | <ul style="list-style-type: none"> • RNF01 • RNF02 • RNF04 |

Descripción de requisitos del software



Juego de rompecabezas orientado a un adulto mayor para el
entrenamiento de las áreas de atención y memoria.

Pág. 9

Especificación de requisitos de software

Prioridad del requerimiento:
Alta

Requerimientos No Funcionales.

| | |
|--|---|
| Identificación del requerimiento: | RNF01 |
| Nombre del Requerimiento: | Interfaz del sistema. |
| Características: | El sistema presentara una interfaz de usuario sencilla para que sea de fácil manejo a los usuarios del sistema. |
| Descripción del requerimiento: | El sistema debe tener una interfaz de uso intuitiva y sencilla. |
| Prioridad del requerimiento: | Alta |

| | |
|--|---|
| Identificación del requerimiento: | RNF02 |
| Nombre del Requerimiento: | Ayuda en el uso del sistema. |
| Características: | La interfaz del usuario deberá de presentar un sistema de ayuda para que los mismos usuarios del sistema se les faciliten el trabajo en cuanto al manejo del sistema. |
| Descripción del requerimiento: | La interfaz debe estar complementada con un buen sistema de ayuda (la administración puede recaer en personal con poca experiencia en el uso de aplicaciones informáticas). |
| Prioridad del requerimiento: | Alta |

| | |
|--|--|
| Identificación del requerimiento: | RNF03 |
| Nombre del Requerimiento: | Diseño de la interfaz para un entorno móvil. |
| Características: | El sistema deberá de tener una interfaz de usuario, teniendo en cuenta los criterios de accesibilidad necesarios para un adulto mayor. |
| Descripción del requerimiento: | La interfaz de usuario debe ajustarse a los criterios de accesibilidad necesarios para proveer la mejor experiencia de usuario. |
| Prioridad del requerimiento: | Alta |

| | |
|--|--|
| Identificación del requerimiento: | RNF04 |
| Nombre del Requerimiento: | Desempeño |
| Características: | El sistema garantizara a los usuarios un desempeño en cuanto a los datos almacenado en el sistema ofreciéndole una confiabilidad a esta misma. |
| Descripción del requerimiento: | Garantizar el desempeño del sistema informático a los diferentes usuarios. En este sentido la información almacenada o registros realizados servirán para mostrar las imágenes de cada usuario para su |

Descripción de requisitos del software



Juego de rompecabezas orientado a un adulto mayor para el entrenamiento de las áreas de atención y memoria.

Pág. 10

Especificación de requisitos de software

| | |
|---|--|
| | posterior armado. |
| Prioridad del requerimiento: Alta | |
| Identificación del requerimiento: | RNF05 |
| Nombre del Requerimiento: | Confiabilidad continua del sistema. |
| Características: | El sistema tendrá que estar en funcionamiento las 24 horas los 7 días de la semana. Ya que es un juego, el cual estará disponible en cualquier instante de tiempo para hacer su uso. |
| Descripción del requerimiento: | La disponibilidad del sistema debe ser continua con un nivel de servicio para los usuarios de 7 días por 24 horas. |
| Prioridad del requerimiento: Alta | |
| Identificación del requerimiento: | RNF06 |
| Nombre del Requerimiento: | Seguridad en información |
| Características: | El sistema garantizará a los usuarios una seguridad en cuanto a la información que se procede en el sistema. |
| Descripción del requerimiento: | Garantizar la seguridad del sistema con respecto a la información y datos que se manejan tales sean documentos, archivos y contraseñas. |
| Prioridad del requerimiento: Alta | |

3.1 Requisitos comunes de las interfaces

3.1.1 Interfaces de usuario

La interfaz con el usuario consistirá en un conjunto de ventanas con botones, listas y campos de textos. Ésta deberá ser construida específicamente para el sistema propuesto y, será visualizada desde un teléfono móvil.

3.1.2 Interfaces de hardware y software

Será necesario disponer de teléfonos móviles que cumplan con los siguientes requisitos:

- Memoria RAM 2Gb.
- Pantalla: 10.4", 1200 x 2000 pixeles
- Teléfono móvil con sistema operativo Android
- OS: Android 7 y superiores

Descripción de requisitos del software

11.2. Apéndice B: Manual de usuario

MANUAL DE USUARIO



JUEGO DE ROMPECABEZAS



Contenido

| | |
|--|----------|
| <i>1. Acerca del Manual.</i> | 3 |
| <i>1.1. Propósito.</i> | 3 |
| <i>2. Visión global.</i> | 3 |
| <i>2.1. Especificaciones.</i> | 3 |
| <i>2.3. Funcionalidades</i> | 3 |

1. Acerca del Manual.

1.1. Propósito.

El presente manual tiene como finalidad ser una guía básica de operación de la aplicación desarrollada; permitiendo al lector del mismo adquirir las destrezas y conocimientos indispensables para una operación adecuada del sistema, y ser una herramienta de consulta de primera mano a la cual puede recurrir el usuario en cualquier momento.

Se pretende dar una idea clara sobre cuáles son las operaciones que pueden realizarse al momento de que el usuario interactúe con el sistema; además, de brindar la ayuda necesaria para que el usuario tenga conocimiento previo sobre qué acciones puede realizar al momento de ejecutar la aplicación.

2. Visión global.

2.1. Especificaciones.

Los requisitos básicos del sistema son:

- Teléfono móvil con sistema operativo Android.
- Memoria RAM 2Gb.
- Pantalla: 10.4", 1200 x 2000 pixeles
- OS: Android 7 y superiores

2.2. Conceptos generales.

Los conocimientos básicos para el manejo del sistema son los siguientes:

- ✓ Manejo básico del dispositivo móvil
- ✓ Conocimiento de los gestos básicos del dispositivo, por ejemplo: arrastrar y soltar objetos

2.3. Funcionalidades

Dentro del sistema se presentan la primera pantalla de inicio del juego, en la cual se deben ingresar los siguientes datos que se muestran en la figura 1.

MENU DEL JUEGO

ROMPECABEZAS



NÚMERO DE CÉDULA: Cedula

NOMBRE: Nombre

EDAD: Edad

SEXO:

☐ MASCULINO

☐ FEMENINO

CONTINUAR



Figura 1. Pantalla principal del juego.

Una vez ingresados los datos, la cédula de identidad ingresada se validará para obtener fotos del usuario el cual se encuentra registrado previamente en el sistema, en el caso de que el usuario se encuentre registrado, la aplicación mostrará las fotos que se encuentran disponibles como se muestra en la figura 2.

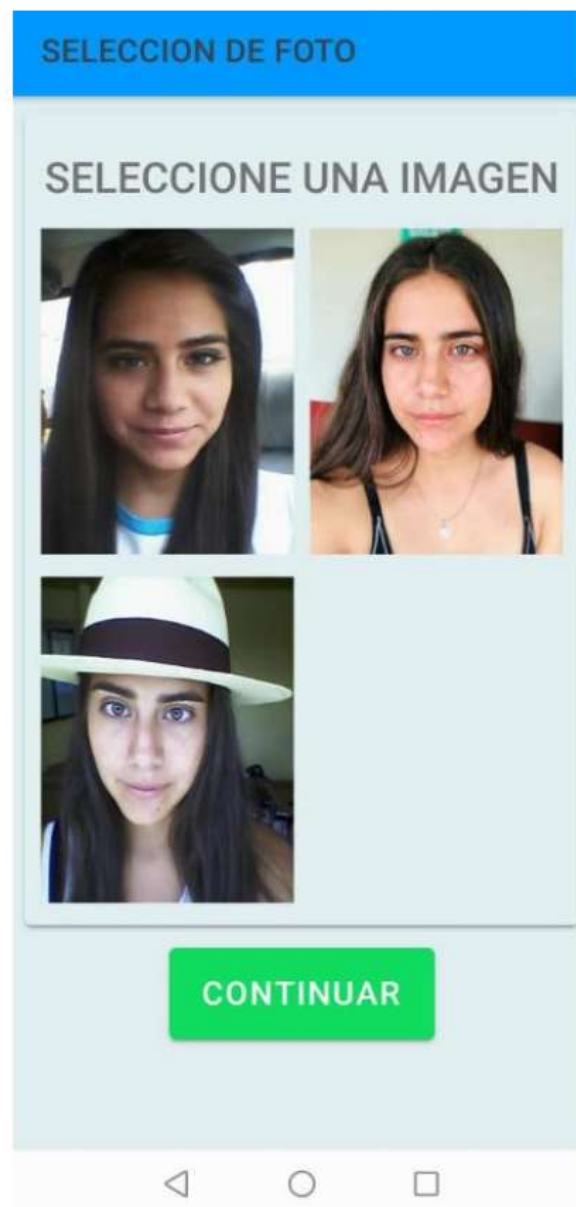


Figura 2. Fotos registradas del usuario en la aplicación.

Una vez listada las fotos registradas, el usuario debe elegir una de las fotos la cual considere adecuada o sea de su agrado para realizar el armado de la misma, seleccionada la foto, el usuario procede a continuar con el proceso dando clic en el botón señalado en la figura 3.



Figura 3. Selección de la foto a realizar el rompecabezas.

Obtenida la foto a realizar el armado el usuario, se le presentará al usuario la foto en tamaño completo durante cinco segundos, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Imagen a realizar el rompecabezas que es presentada al usuario.

Luego, se mostrará las figuras en trozos los cuales el usuario debe arrastrar a la posición correcta para completar con el armado como se muestra en la figura 5, en el caso que la figura se encuentre colocada de manera incorrecta, esta pieza volverá a su posición anterior.

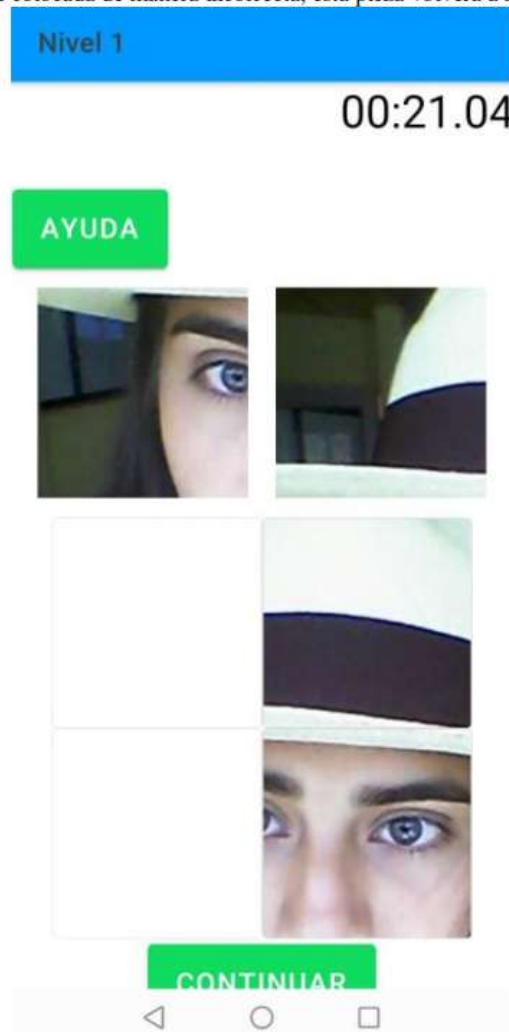


Figura 5. Piezas colocadas de forma correcta en el nivel dos.

Completado el rompecabezas, al usuario se le mostrará la siguiente ventana la cual le indica que debe avanzar al siguiente nivel dando clic en el botón siguiente nivel como se muestra en la figura 6, el juego posee dos niveles de los cuales en el nivel uno, se tienen cuatro piezas; mientras que, en el nivel dos, se posee nueve piezas.



Figura 6. Avanzar al nivel dos.

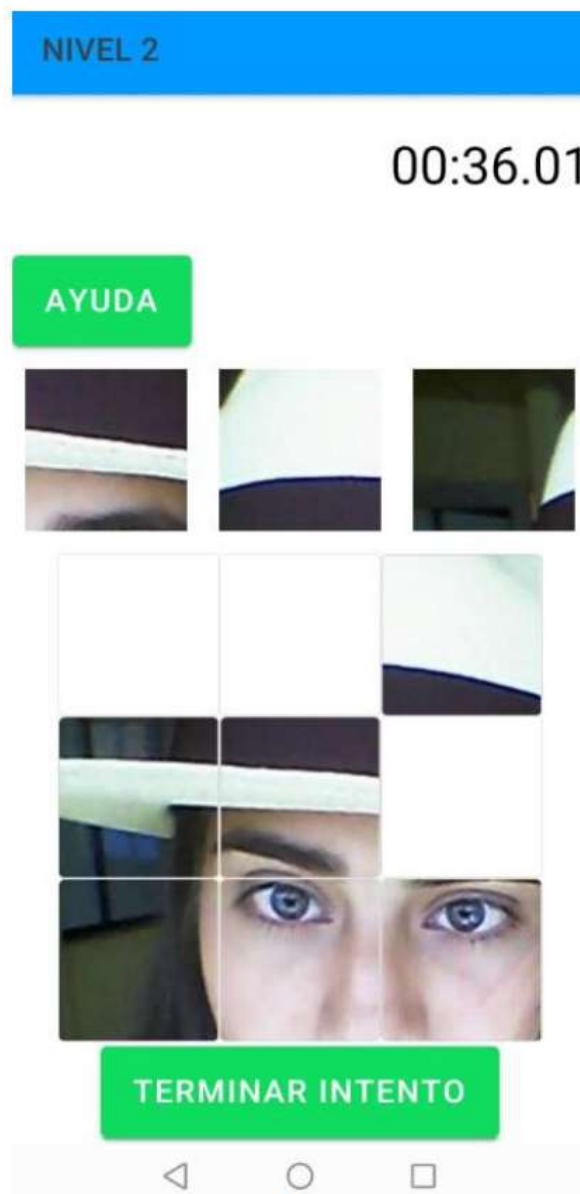


Figura 7. Nivel dos del juego de rompecabezas.

En el caso que requiera de ayuda, puede pulsar el botón AYUDA, dicho botón presenta la imagen a armar por cinco segundos como se mostró en la figura 4, para que de esta manera pueda armar la figura de forma correcta, finalmente cuando el usuario termine los dos niveles obtendrá un resultado similar a la Figura 8, la cual indica que finalizó el juego de manera correcta.



Figura 8. Finalización del juego de rompecabezas.



Dando clic en el botón finalizar el juego vuelva a la pantalla inicial, dando por terminado el juego, dando la posibilidad al usuario de volver a realizar el juego con otro tipo de fotos que considere realizar el armado, para lo cual debe volver a ingresar los datos y repetir el proceso mencionado anteriormente.

Apéndice C: Código Fuente del juego

```
export class HomePage implements OnInit {

  datosUsuario: FormGroup;
  datos = false;
  constructor(public navCtrl: NavController, private plt: Platform, private _fb: FormBuilder, alertCtrl: AlertController) {}

  ngOnInit() {
    this.initForms();
  }

  initForms() {
    this.datosUsuario = this._fb.group({
      cedula: [ Validators.required ],
      nombre: [ Validators.required ],
      edad: [ Validators.required ],
      sexo: [ Validators.required ]
    });
  }

  validarValores(): boolean {
    if (this.datosUsuario.value.cedula === null || this.datosUsuario.value.nombre === null || this.datosUsuario.value.edad === null) {
      alert("DEBE INGRESAR TODOS LOS DATOS");
      this.datos = false;
      return false;
    } else {
      this.datos = true;
      return true;
    }
  }
}
```

```
export class LineaTiempoPage implements OnInit {

  selectQuadrant = 'photosDefinitivas';
  seleccionImage = false;
  imageUrl: any;
  personId = null;
  photos: Photo[] = [];
  photosDefinitivas: Photo[] = [];

  constructor(public alertController: AlertController, private route: ActivatedRoute, private router: Router, public photoService: PhotoService,
    private loadingController: LoadingController, private toast: ToastController,
    private modalControl: ModalController) {}

  ngOnInit() {
    this.personId = this.route.snapshot.params['id'];
    if (this.personId) {
      this.loadPhotos();
    }
  }

  async loadPhotos() {
    const loading = await this.loadingController.create({
      message: 'OBTENIENDO IMAGERES'
    });
    await loading.present();
    const p = this.photoService.getPhotosByIdPerson(this.personId);
    console.log('result' + p);
    p.subscribe(res => {
      loading.dismiss();
      this.photosDefinitivas = res;
      this.shuffle(this.photosDefinitivas);
    })
  }
}
```

```
verImagen(imagen) {
  this.imageUrl=imagen;
  this.presentAlertPrompt();
  console.log(this.imageUrl);
  URL_CONFIG.launchUrl = this.imageUrl;
  console.log('SELECT '+URL_CONFIG.launchUrl);
}

async presentAlertPrompt(){
  let alert =await this.alertController.create({
    message: ``,
    buttons: [
      {
        text: 'SELECCIONAR IMAGEN',
        handler: (data) => {
          console.log('Confirma Ok');
        }
      }
    ],
  });
  this.seleccionImage = true;
  await alert.present();
  setTimeout(() => {
    alert.dismiss();
  }, 3000);
}
```

```
move0(box:Pieza, toList: Pieza []): void {
  this.myDate4 = new Date;
  this.pulsarP1++;
  console.log("Pulsado P1 "+this.pulsarP1);
  if(box.num == 0){
    remove(box, this.data);
    remove(box, this.data2);
    toList.push(box);
    this.p1= true;
    this.start(this.playlist[1]);
    this.resuelto();
  }else{
    this.p1= false;
    this.start(this.playlist[0]);
  }
  this.myDate5 = new Date;
  this.myDate6 = ((this.myDate5 - this.myDate4) / 100);
  this.tiempoP1 = this.tiempoP1 + this.myDate6;
  console.log(this.tiempoP1 + "segundos");
}
```



```
resuelto(){
  if(this.p1==true && this.p2==true && this.p3==true && this.p4==true){
    this.start(this.playlist[2]);
    this.imgResuelta();
    if(this.pulsarAyuda==--1){
      this.pulsarAyuda = 0;
    }
    this.dataUser = new TimesNvl1("User1"+"Nvl1",this.tiempoP1,this.tiempoP2,
    this.tiempoP3,this.tiempoP4,this.pulsarAyuda,this.pulsarP1,this.pulsarP2,this.pulsarP3,this.pulsarP4,
    this.tiempoTotal);
    this.create(this.dataUser);
  }
}

async imgResuelta(){
  this.estadoPuzzle=true;
  this.myDate2 = new Date;
  this.myDate3 = ((this.myDate2 - this.myDate) / 1000) - 5;
  console.log(this.myDate3 + "segundos");
  this.tiempoTotal = this.myDate3;
  this.repetidoOno=1;
  const alert = await this.alertController.create({
    header: 'LO LOGRASTE',
    message: '',
    buttons: [{
      text: 'CONTINUAR',
      handler: ()=>{
        console.log('pagina siguiente nivel');
      }
    }
  ]
});
};
```

```
startCron() {
  if(this.repetidoOno==0){
    this.contador = setInterval(() => {
      this.centésimas += 1;
      if (this.centésimas < 10) this._centésimas = '0' + this.centésimas;
      else this._centésimas = '' + this.centésimas;
      if (this.centésimas == 10) {
        this.centésimas = 0;
        this.segundos += 1;
        if (this.segundos < 10) this._segundos = '0' + this.segundos;
        else this._segundos = this.segundos + '';
        if (this.segundos == 60) {
          this.segundos = 0;
          this.minutos += 1;
          if (this.minutos < 10) this._minutos = '0' + this.minutos;
          else this._minutos = this.minutos + '';
          this._segundos = '00';
          if (this.minutos == 2) {
            console.log("minutos: "+ this.minutos)
            if(this.repetidoOno==0){
              clearInterval(this.contador);
              this.minutos = 0;
              this.segundos = 0;
              this.centésimas = 0;

              this._centésimas = '00';
              this._segundos = '00';
              this._minutos = '00';

              this.estado = 'play';
              this.isRun = false;
              this.contador = null;
              alert(" TIEMPO AGOTADO, VUELVA A EMPEZAR ");
              this.ngOnInit();
            }
          }
        }
      }
    }, 100);
  }
}
```