



**Universidad de Cuenca**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Carrera de Ingeniería de Sistemas**

Método para el diseño de interfaces de usuario orientadas al adulto mayor, que incluyen modalidades de comunicación aumentativa y alternativa simbólica soportadas por medios tecnológicos

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

**Autores:**

Collaguazo Malla Christian Xavier

**Cl:** 0106482060

**Correo electrónico:** christian.collaguazo@outlook.com

Sánchez Sánchez William Andrés

**Cl:** 0150034676

**Correo electrónico:** wily.andy15@gmail.com

**Director:**

Ing. Irene Priscila Cedillo Orellana, PhD.

**Cl:** 0102815842

**Cuenca, Ecuador**  
06-septiembre-2021



**Resumen:**

En la actualidad, la población de adultos mayores se encuentra en aumento. Considerando que su situación es vulnerable, los adultos mayores enfrentan diversos problemas vinculados a su edad; entre los más comunes, están los ligados al deterioro físico, auditivo y visual que afectan en gran medida a la forma en que se comunican e interactúan con otras personas. Estas consecuencias, conllevan a la aparición de nuevas tecnologías y métodos para el mejoramiento de su calidad de vida.

En el presente trabajo de titulación, se ha propuesto un nuevo método llamado UIAAC, que tiene el fin de guiar a los desarrolladores en el diseño y creación de interfaces gráficas para sistemas de comunicación aumentativa y alternativa orientadas al adulto mayor, que incorporen pictogramas como medio de comunicación. En otras palabras, los desarrolladores de software pueden diseñar interfaces de calidad siguiendo un proceso que engloba tareas desde la contextualización hasta la implementación de una interfaz funcional.

Finalmente, se ha desarrollado una aplicación web para ayudar a mejorar la comunicación de un adulto mayor, cuyas interfaces se han diseñado siguiendo el proceso del método propuesto, con el fin de validar su aplicabilidad. También, se ha realizado un cuasi-experimento para evaluar la tarea de evaluación de usabilidad del método, de donde se obtuvieron resultados que validan el proceso de evaluación.

**Palabras claves:** AAC. Comunicación Aumentativa y Alternativa. Interfaces Graficas. HCI. Pictograma. Diseño Centrado al Usuario.



## Abstract

Today, the older adult population is increasing. Considering that their situation is vulnerable, older adults face various problems related to their age; among the most common are those linked to physical, hearing and visual impairment that greatly affect the way they communicate and interact with other people. These consequences lead to the emergence of new technologies and methods to improve their quality of life.

In the present document, a new method called UIAAC has been proposed, which aims to guide developers in the design and creation of graphical interfaces for augmentative and alternative communication systems aimed at the elderly, which incorporate pictograms as a medium of communication. In other words, software developers can design quality interfaces by following a process that encompasses tasks from contextualization to implementing a functional interface.

Finally, a web application has been developed to help improve the communication of an older adult, whose interfaces have been designed following the process of the proposed method, in order to validate its applicability. Also, a quasi-experiment has been carried out to evaluate the method's usability evaluation task, from which results were obtained that validate the evaluation process.

**Keywords:** AAC. Augmentative and Alternative Communication. Graphical Interface. HCI. Pictogram. User Center Design.



## Índice

Capítulo 1: Introducción.....	22
1.1.    Motivación.....	22
1.2.    Contexto .....	24
1.3.    Objetivos .....	24
1.3.1.    Objetivo general .....	24
1.3.2.    Objetivos específicos .....	24
1.4.    Tareas de Investigación .....	25
1.5.    Estructura del trabajo .....	26
Capítulo 2: Marco teórico.....	29
2.1.    Desafíos tecnológicos que afectan a los adultos mayores .....	29
2.2.    Interfaces de usuario .....	30
2.2.1.    Evolución de la interfaz grafica .....	31
2.2.2.    Diseño de interfaz de usuario.....	31
2.2.3.    Diseño usable.....	32
2.3.    Modelos de usabilidad .....	34
2.3.1.    Modelo de usabilidad para SACC.....	34
2.4.    Competencia comunicativa.....	35
2.4.1.    Sistemas de comunicación aumentativa y alternativa (SAAC - Systems of Augmentative and Alternative Communication) .....	36
2.4.2.    Símbolos e iconicidad.....	37
Capítulo 3: Estado actual de la investigación sobre el diseño de interfaces de usuario, herramientas y métodos de interacción para sistemas de comunicación aumentativa y alternativa. .40	
3.1.    Introducción a las revisiones sistemáticas.....	40
3.2.    Revisión sistemática sobre el diseño de interfaces de usuario, herramientas y métodos de interacción para sistemas de comunicación aumentativa y alternativa .....	41
3.2.1.    Revisiones sistemáticas existentes sobre la AAC .....	41
3.2.2.    Fase de planificación .....	42



3.2.3. Estrategias de búsqueda.....	43
3.2.4. Periodo de búsqueda.....	45
3.2.5. Criterios de inclusión y exclusión.....	45
3.2.6. Aseguramiento de la calidad de los estudios.....	46
3.2.7. Ejecución y resultados preliminares de estudios primarios .....	48
Capítulo 4: Método para el diseño de interfaces gráficas para sistemas AAC (UIAAC). ....	53
4.1. Software & System Process Engineering Meta-Model Specification (SPEM) 2.053	
4.2. Método UIAAC .....	54
4.2.1. Definición de roles involucrados .....	56
4.2.2. Tarea de alcance .....	59
4.2.3. Tarea de análisis .....	64
4.2.4. Tarea de diseño.....	70
4.2.5. Tarea de evaluación de prototipo .....	76
4.2.6. Tarea de implementación.....	77
Capítulo 5. Instanciación del método UIACC .....	80
5.1. Construcción de un sistema AAC usando UIAAC.....	80
5.1.1. Tarea de alcance .....	80
5.1.2. Tarea de análisis .....	83
5.1.3. Tarea de diseño.....	86
5.1.4. Tarea de evaluación .....	89
5.1.5. Tarea de implementación.....	91
Capítulo 6: Evaluación Empírica.....	98
6.1. Contextualización .....	98
6.2. Modelos teóricos de evaluación de ingeniería de software .....	98
6.2.1. Technological acceptance model (TAM) .....	99
6.2.2. Modelo de evaluación de métodos (Method evaluation model - MEM) .....	99
6.3. Cuasiexperimento dirigido a Ingenieros de Calidad .....	100



6.3.1. Adaptando MEM .....	100
6.3.2. Definición del alcance .....	102
6.3.3. Planificación del cuasiexperimento .....	104
6.3.4. Ejecución y análisis del cuasiexperimento .....	107
6.3.5. Empaquetado y presentación de los resultados .....	113
6.3.6. Amenazas de validez .....	119
6.4. Resultados de la evaluación de usabilidad .....	120
6.5. Caso de estudio aplicado al adulto mayor, psicólogo clínico y cuidador. ....	122
6.5.1. Consideraciones Éticas .....	122
6.5.2. Preparación para la recolección de datos .....	123
6.5.3. Recopilación de pruebas .....	123
6.5.4. Análisis de los datos y reporte de resultados.....	123
Capítulo 7: Conclusiones y trabajos futuros .....	125
7.1. Conclusiones.....	125
7.1.1. Objetivo general .....	125
7.1.2. Objetivo específico 1 .....	126
7.1.3. Objetivo específico 2 .....	128
7.1.4. Objetivo específico 3 .....	128
7.1.5. Objetivo específico 4 .....	129
7.2. Trabajos Futuros.....	130
7.2.1. Con respecto al método propuesto .....	130
7.2.2. Con respecto a la validación del producto de software .....	130
7.3. Difusión de resultados .....	130
7.3.1. Artículo sobre el método propuesto .....	130
7.3.2. Artículo sobre modelo de calidad para sistemas AAC pictográficos.....	131
7.3.3. Artículo sobre una evaluación empírica para interfaces de usuario AAC. ....	131



7.3.4. Artículo sobre el sistema VitaApp, sistema AAC orientado a adultos mayores	131
7.3.5. Entrevista con Diario el Mercurio.....	131
7.3.6. Entrevista con Diario el Universo.....	131
REFERENCIAS.....	133
ANEXOS .....	141



## Índice de Tablas

Tabla 1 Tipos de sistemas de comunicación aumentativa y alternativa .....	37
Tabla 2 Cadena de búsqueda .....	44
Tabla 3 Clasificación de los criterios de inclusión y exclusión .....	46
Tabla 4 Resultados finales de la búsqueda automática en librerías digitales .....	47
Tabla 5 Porcentaje de estudios clasificados por los criterios de extracción .....	49
Tabla 6 Descripción de los roles que componen el método .....	57
Tabla 7 Plantilla para creación de mensajes .....	68
Tabla 8 Guía de organización y representación de la cuadricula de pictogramas .....	74
Tabla 9 Tabla de control de versiones .....	90
Tabla 10 Cuestionario para medir las variables con MEM .....	102
Tabla 11 Meta para el cuasiexperimento dirigido a Ingenieros de Calidad .....	102
Tabla 12. Atributos de usabilidad para el ejercicio de entrenamiento .....	105
Tabla 13. Atributos de usabilidad para el ejercicio de prueba .....	106
Tabla 14 Variables basadas en la percepción .....	106
Tabla 15 Variables basadas en el rendimiento .....	106
Tabla 16 Estadística descriptiva para las variables basadas en la percepción del usuario .....	107
Tabla 17 Significancias para PEOU, PU e ITU .....	108
Tabla 18 Valores de estadística descriptiva para variables basadas en el rendimiento del usuario	109
Tabla 19 Niveles de significancia. Fuente: (Moody, 2001) .....	110
Tabla 20 Regresión Simple entre la Eficiencia Actual y la Facilidad de Uso Percibida .....	110
Tabla 21 Regresión simple entre la Efectividad Actual y la Utilidad Percibida .....	111
Tabla 22 Regresión simple entre la Facilidad de uso percibida y la Utilidad Percibida .....	111
Tabla 23 Regresión simple entre la Utilidad percibida e Intención de uso .....	112
Tabla 24 Regresión simple entre la Facilidad de uso percibida e Intención de uso .....	112
Tabla 25 Resumen del cuasiexperimento sobre la evaluación propuesta .....	113



## Índice de Figuras

Figura 1 Modelo de investigación Cuantitativo.....	25
Figura 2 Relación entre el esquema de trabajo y el método de investigación .....	28
Figura 3 Sub-características y sub-sub-características del modelo de usabilidad para SAAC y sistemas pictográficos para personas con discapacidad. ....	35
Figura 4 Ejemplo de conjuntos de símbolos de comunicación. ....	39
Figura 5 Actividades del proceso de una revisión sistemática .....	41
Figura 6 Resultado de la búsqueda en bases de datos digitales.....	48
Figura 7 Número de artículos seleccionados por país.....	48
Figura 8 Años de publicación de los artículos seleccionados .....	49
Figura 9 Comparación de EC1: Métodos de interacción AAC y EC2: Herramientas usadas en AAC .....	51
Figura 10 Comparación de EC1: Métodos de interacción AAC y EC5: Usabilidad .....	52
Figura 11 Método UIAAC y las tareas que lo componen.....	55
Figura 12 Descomposición de la tarea de alcance .....	60
Figura 13 Descomposición de la tarea de análisis .....	64
Figura 14 Descomposición de la tarea de diseño.....	70
Figura 15 Descomposición de la tarea de evaluación. ....	76
Figura 16 Descomposición de la tarea de implementación.....	77
Figura 17 Tareas de alcance. ....	80
Figura 18 Perfil de usuario detallado.....	82
Figura 19 Tarea de Análisis.....	83
Figura 20 Tarea de Diseño .....	86
Figura 21 Diseño conceptual de la interfaz gráfica a diseñar .....	87
Figura 22 Prototipo de la interfaz diseñada en Figma .....	88
Figura 23 Tarea de Evaluación.....	89
Figura 24 Tareas de implementación.....	91
Figura 25 Categorización de los pictogramas dentro de la aplicación VitaApp.....	92
Figura 26 Ejemplo de pictogramas de ayuda dentro de VitaApp.....	92
Figura 27 Áreas en las que se divide el panel de VitaApp Elderly .....	94
Figura 28 Diagrama de la arquitectura de VitaApp a alto nivel.....	95
Figura 29 Fases que componen la metodología en cascada .....	96
Figura 30 Technology Acceptance Model (TAM) simplificado.....	99



Figura 31 Distribución de preguntas del cuestionario aplicado al cuasiexperimento.....	101
Figura 32. Categorías (Izquierda), panel AAC asociado a una categoría (Derecha) .....	104
Figura 33 Diagrama de cajas y bigotes para las variables PEOU, PU, e ITU .....	107
Figura 34 Pregunta 1, encuesta TAM .....	114
Figura 35 Pregunta 2, encuesta TAM .....	114
Figura 36 Pregunta 3, encuesta TAM .....	114
Figura 37 Pregunta 4 encuesta TAM .....	115
Figura 38 Pregunta 5, encuesta TAM .....	115
Figura 39 Pregunta 6, encuesta TAM .....	116
Figura 40 Pregunta 7, encuesta TAM .....	116
Figura 41 Pregunta 8, encuesta TAM .....	116
Figura 42 Pregunta 1, encuesta TAM .....	117
Figura 43 Pregunta 10, encuesta TAM .....	117
Figura 44 Pregunta 11, encuesta TAM .....	118
Figura 45 Pregunta 12, encuesta TAM .....	118
Figura 46 Pregunta 13, encuesta TAM .....	118
Figura 47 Pregunta 14, encuesta TAM .....	119
Figura 48. Resultados de la medición del atributo 1 .....	120
Figura 49. Resultados de la medición del atributo 2 .....	121
Figura 50. Resultados de la medición del atributo 3 .....	121
Figura 51. Resultados de la medición del atributo 4 .....	122
Figura 52 Presentación de la aplicación por parte del cuidador .....	123
Figura 53 Resultados del caso de estudio: percepción del usuario. ....	124



## Índice de Anexos

Anexo 1. Terminología y Nomenclatura SPEM .....	141
Anexo 2. Plantilla del perfil de usuario .....	142
Anexo 3. Plantilla de requerimientos funcionales .....	142
Anexo 4. Plantilla de requerimientos no funcionales .....	142
Anexo 5. Documento de estructura de proyecto .....	143
Anexo 6. Documento de especificación de requerimientos .....	150
Anexo 7. Documento de selección de vocabulario y pictogramas .....	156
Anexo 8. Documento de especificación de requerimientos del sistema completo VitaApp .....	161
Anexo 9 Diagrama entidad relación de la base de datos de VitaApp .....	180
Anexo 10. Guía de usuario sistema completo VitaApp .....	181
Anexo 11.Urls del documento y presentación de la evaluación empírica a los desarrolladores.....	197
Anexo 12. Evaluación aplicada de forma virtual a los ingenieros de calidad .....	197
Anexo 13 Imágenes del caso de estudio realizado.....	198
Anexo 14 Actividades de la evaluación realizada .....	199
Anexo 15. Cuestionario dirigido a los ingenieros de calidad.....	206
Anexo 16. Cuestionario del caso de estudio de la aplicación VitaApp de la fase de implementación .....	208
Anexo 17. Resultados de la encuesta presentada a los ingenieros de calidad .....	210
Anexo 18. Estudios por criterio de extracción.....	212
Anexo 19. Estudios seleccionados en la revisión de la literatura.....	215
Anexo 20. Artículo sobre el método UIAAC .....	219
Anexo 21. Artículo sobre modelo de calidad para sistemas AAC .....	227
Anexo 22 Certificado de participación en la conferencia ICEDEG 2021 .....	235
Anexo 23. Enlaces de las salidas de la fase de implementación .....	235



## Listado de Abreviaturas

- **INEC**: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- **ASHA** - American Speech Language Hearing Association: Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición.
- **AAC** - *Augmentative Alternative Communication*: Comunicación Aumentativa y Alternativa.
- **HCI** - *Human Computer Interaction*: Interacción Humano Computador.
- **ASD** - *Autism Spectrum Disorder*: Trastorno de Espectro Autista.
- **UCD** - *User-Centered Design*: Diseño Centrado en el Usuario.
- **TIC**: Tecnologías de la Información.
- **CLI** - *Command Line Interface*: Interfaz de Línea de Comando.
- **GUI** - *Graphic User Interface*: Interfaz Gráfica de Usuario.
- **TUI** - *Touch User Interface*: Interfaz de Usuario Táctil
- **VUI** - *Voice User Interface*: Interfaz de Usuario de Voz
- **BCI** - *Brain Computer Interface*: Interfaz cerebro-computadora
- **SACC** - *Systems of Augmentative and Alternative Communication*: Sistemas para la Comunicación Aumentativa y Alternativa.
- **SGD** - *Speech Generating Devices*: Dispositivos Generadores de Voz.
- **PCS** - *Picture Communication Symbols*: Símbolos de Comunicación de Imágenes.
- **PECS** - *Picture exchange communication system*: Sistema de Comunicación de Intercambio de Imágenes.
- **RSL**: Revisión Sistemática de la Literatura.
- **ISAAC** - International Society for Augmentative and Alternative Communication: Sociedad Internacional para la Comunicación Alternativa y Aumentativa.
- **SPEM** - Software Process Engineering Metamodel.
- **UML** - *Uniform Model Language*: Lenguaje de Modelado Unificado.
- **PODD** - Pragmatic Organisation Dynamic Display: Presentaciones Dinámicas de Organización Pragmática.
- **IT** - *Information Technology*: Tecnologías de la Información.
- **API** - *Application Programming Interface*: Interfaz de programación de aplicaciones.
- **CRUD** - Create, Read, Update and Delete: Creación, Lectura, Actualización y Eliminado.
- **TTS** - *Text-to-Speech*: Texto a Voz



- **TAM** - *Technology Acceptance Model*: Modelo de Aceptación de la Tecnología.
- **PEOU** - *Perceived Ease-of-Use*: Facilidad de Uso Percibida.
- **PU** - *Perceived Usefulness*: Utilidad Persebida.
- **ITU** - *Intention to Use*: Intención de Uso.
- **PWA** - *Progressive Web App*: Aplicación Web Progresiva.
- **MEM** - *Method Evaluation Model*: Modelo de Evaluación de Métodos.
- **BI** - *Behavioral intention*: Intención de Comportamiento.
- **GQM** - *Goal-Question Metric*.



### Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Christian Xavier Collaguazo Malla en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Método para el diseño de interfaces de usuario orientadas al adulto mayor, que incluyen modalidades de comunicación aumentativa y alternativa simbólica soportadas por medios tecnológicos", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 6 de septiembre de 2021

Christian Xavier Collaguazo Malla  
C.I: 0106482060



### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Yo, William Andrés Sánchez Sánchez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Método para el diseño de interfaces de usuario orientadas al adulto mayor, que incluyen modalidades de comunicación aumentativa y alternativa simbólica, soportadas por medios tecnológicos", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 6 de septiembre de 2021

William Andrés Sánchez Sánchez

C.I. 0150043676



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

---

Yo, Christian Xavier Collaguazo Malla en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Método para el diseño de interfaces de usuario orientadas al adulto mayor, que incluyen modalidades de comunicación aumentativa y alternativa simbólica soportadas por medios tecnológicos", de conformidad con el Art. 144 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, 6 de septiembre de 2021

Christian Xavier Collaguazo Malla

C.I: 0106482060



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

---

Yo, William Andrés Sánchez Sánchez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Método para el diseño de interfaces de usuario orientadas al adulto mayor, que incluyen modalidades de comunicación aumentativa y alternativa simbólica, soportadas por medios tecnológicos", de conformidad con el Art. 144 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, 6 de septiembre de 2021

William Andrés Sánchez Sánchez

C.I: 0150034676



### **Agradecimiento**

Orgulloso de finalmente poder agradecer y hacer mención de todos quienes han formado parte y me han acompañado hasta llegar al cumplimiento de esta meta, que es la obtención de mi título profesional, a través de este trabajo de titulación.

Me es grato empezar mi agradecimiento con lo siguiente:

A Dios por darme la fuerza, la vida para seguir adelante y superar cada obstáculo presentado en este proceso, por ser mi refugio y mi salida ante toda adversidad.

A mi familia, por su constante apoyo, charlas y consejos. Especialmente a mis padres, hermanos y abuelita quienes, a pesar de las dificultades y la distancia, han hecho lo posible por apoyarme y ser mi aliento para continuar.

A mi directora de tesis, Ingeniera Priscila Cedillo, por ser una inspiración, por su valiosa dirección, paciencia, profesionalismo, experiencia, educación, y por, sobre todo, ser una gran persona y amiga con quién estoy seguro que siempre podré contar.

Agradezco también a Daniela Prado, una gran profesional, por su ayuda, paciencia, profesionalismo y por acompañarme desde la primera página de este trabajo, sin duda se ha convertido en una gran amiga. Asimismo, a Wilson por su apoyo, conocimientos y soporte brindado en el desarrollo de este trabajo.

A mis amigos más cercanos, Christian, Bryan, Edisson, Freddy, Esteban, Diego, Gaby y Pao, por brindarme su amistad, compartir experiencias de vida inolvidables, ser un gran apoyo y hacer que la vida en la U de Cuenca sea una de las mejores etapas de mi vida.

A todos los docentes, que supieron compartir sus conocimientos y ser los pilares de los nuevos profesionales, a todos quienes conforman la facultad de ingeniería y la Universidad de Cuenca.

**William Sánchez S**



### **Agradecimiento**

Agradezco a mi familia que me han apoyado a lo largo de mi vida académica, su apoyo ha hecho que siempre trate de dar lo mejor de mí. Quiero agradecer a mis padres por siempre intentar darme la mejor educación, si he llegado a este punto ha sido gracias a ellos.

Agradezco a los docentes que han sido parte importante de mi aprendizaje y que contribuyeron a que termine mis estudios universitarios. En especial a la Dra. Priscila Cedillo por ser una de las mejores docentes de la Universidad Cuenca y una gran directora de tesis.

Hago un agradecimiento muy especial a Daniela Prada, Wilson Fernando y Cristina Sánchez que nos han brindado su apoyo en la ejecución de este trabajo de titulación.

A mis amigos cercanos David Valladarez, Esteban Vizhñay, Gaby Verdugo, Edisson Loja, Bryan Aguilar, William Sánchez; que han estado en los momentos más felices y difíciles de la carrera de ingeniería, su amistad contribuyo a tener momentos entrañables que siempre llevare conmigo. Se que llegaran a ser unos grandes profesionales y espero que triunfen en sus proyectos futuros y estar ahí para festejarlos.

Finalmente, quiero agradecer a Leonor Farez quien más que una abuelita, ha sido mi segunda madre, que ha pasado conmigo toda mi vida, su amor ha sido lo mejor que he tenido y tendré; si he llegado a este punto es gracias a ella y a su esfuerzo. Espero tenerla por muchos años más, seguir compartiendo mis éxitos con ella, y que me siga dando su cariño que tanto me lleno de vida y me impulsa a ser mejor.

**Christian Collaguazo M.**



### **Dedicatoria**

Este trabajo lo dedico en primer lugar a Dios, por ser quién me da la fuerza y la voluntad de seguir adelante, quien ha estado conmigo en los peores momentos y que con su amor me ha ayudado a levantarme.

A mis padres, Mario y Gladys quienes a pesar de las duras circunstancias por la que han atravesado, supieron estar conmigo y apoyarme. Ellos han sido mi principal motor y pilar durante todo este trayecto.

A mi abuelita Amada, quien con su calidez, cariño y amor se ha convertido en una luz en mi vida. Por darme sus consejos y por creer en mí.

A mis hermanos y hermana, quienes siempre me esperan con los brazos abiertos y para quienes debo ser un ejemplo. A toda mi familia, tíos, primos que se encuentran aquí y también en otro país, por su apoyo incondicional.

A todos quienes se encuentran en este proceso y piensan que nunca va a terminar, ánimo.

¡Se lo dedico a todos ustedes!

**William Sánchez S.**



### **Dedicatoria**

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres, Narcisa, Claudio y Edgar, a mi abuelita Leonor, a Jhanet que siempre me han dado lo mejor y con este trabajo busco devolver un poco de lo que me han dado a lo largo de los años.

A mis hermanos Daniel, Ismael, Belén, Fabian y Sebastián que siempre me han apoyado y quiero que sepan que ellos llegarán aún más lejos y que siempre estaré para apoyarles en cualquier cosa que se propongan. Como su hermano mayor siempre intentare ser un ejemplo, y que mi mayor esfuerzo es pensado en ustedes.

**Christian Collaguazo M.**



## Capítulo 1: Introducción

### 1.1. Motivación

En la actualidad, la población de adultos mayores ha aumentado con respecto a la proporción mundial de habitantes y difiere de un país a otro. Alrededor del 16,5% de la población de Estados Unidos tenía 65 años o más en 2019; en 2014, el 21% de adultos mayores en Alemania e Italia y el 20,5% en Grecia (Cedillo et al., 2017; Office Statistics, 2015; Statista Research Department, 2021). En Ecuador, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), a fines de 2020, Ecuador tuvo una población de alrededor de 1.3 millones de adultos mayores; esto supone un 33% más que en el 2010 (Machado, 2019). Debido a su situación de vulnerabilidad, los adultos mayores enfrentan diversos problemas vinculados a su edad. Entre los problemas más comunes que los adultos mayores enfrentan, están los problemas ligados al deterioro físico, auditivo y visual; propios de su edad y que afectan en gran medida, a la forma en que se comunican e interactúan con otras personas (World Health Organization, 2011).

Por otro lado, un problema existente es el de la comunicación, por lo que se ve necesario el buscar modalidades que permitan la transmisión fluida de sus ideas, pensamientos, necesidades y deseos (aparte del habla). Así, se ha establecido la comunicación aumentativa y alternativa (AAC - *Augmentative Alternative Communication*), misma que es definida por la Asociación Americana de Habla, Lenguaje y Audición (ASHA - *American Speech Language Hearing Association*) (2020), como “el desarrollo de tecnología o métodos alternativos para ayudar a las personas a desarrollar o recuperar la capacidad de comunicarse”. Si bien la forma principal de comunicación es típicamente a través del uso del habla, el 1.3% de personas no cuentan con la opción de comunicarse a través del lenguaje verbal y como resultado, sus necesidades de comunicación no se satisfacen (Beukelman & Light, 2020). Las personas con problemas del habla, tienen que usar otros medios de comunicación, es así que la AAC se vuelve indispensable (Beukelman & Light, 2020).

Por otra parte, el desarrollo en los últimos años ha implantado nuevas formas de interactuar con diversas herramientas tecnológicas, ya sea de hardware o de software. La interacción humano-computador (HCI - *Human Computer Interaction*) según Carroll & Rosson (2002), “es el estudio y la práctica de la usabilidad donde se trata de comprender y crear software; y otras tecnologías que las personas deseen usar, podrán usar y encontrarán su eficacia cuando se usen”. Este concepto es importante porque representa un modo de comunicación entre las personas y las máquinas, de ahí que su estudio es necesario tanto en la industria como en la academia. Generalmente, las soluciones



tecnológicas se construyen teniendo en cuenta las necesidades de usuarios en general, sin contemplar los requerimientos específicos de algunos grupos como por ejemplo el de adultos mayores a 65 años (Gregor et al., 2002). En este contexto, el diseño de interfaces centradas en este tipo de usuarios requiere tomar en cuenta aspectos de accesibilidad y usabilidad basada en sus necesidades (Dodd et al., 2017; Gregor et al., 2002). Es así que, crear métodos y soluciones propias para este segmento vulnerable de la población se ha vuelto prioritario en los últimos años (Arnott & Alm, 2013).

Los sistemas AAC de alta tecnología, son aquellos que incorporan algún medio tecnológico como salida de información y aprovisionan soluciones innovadoras para una amplia gama de usuarios con discapacidad del habla (Waller, 2019). Sin embargo, aunque los sistemas AAC de alta tecnología están evolucionando rápidamente, se debe asegurar, que el uso de estos sistemas sirva de forma efectiva y eficiente a los usuarios (Elsahar et al., 2019). Los sistemas AAC son formas de expresión diferentes al lenguaje hablado, usando medios como símbolos o pictogramas; cuyo uso es transversal a diversas áreas, como por ejemplo la señalización de espacios públicos (p, ej., carreteras, parques, hospitales o escuelas) (Paulo & Correia, 2008); además, ayudan a trasmitir instrucciones, precauciones y advertencias de los medicamentos a los consumidores (Chan & Chan, 2013; Barros et al., 2014); o para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en personas diagnosticadas con desorden de espectro autista (*ASD - Autism Spectrum Disorder*). (Cáceres, 2017).

Ejemplos de investigación en AAC se pueden observar en los trabajos de Keskinen et al. (2012), que presentan un sistema de comunicación llamado SymbolChat, el cual tiene en cuenta las necesidades de los usuarios desde diferentes perspectivas, mediante la personalización de los elementos de la interfaz gráfica que se muestra al usuario. Este sistema permite crear aplicaciones de comunicación multimodal que utilizan mensajería instantánea basada en imágenes. Además, Hernández et al. (2018), presentan un proyecto que se enfoca en el diseño de interfaces gráficas orientadas a los adultos mayores llamado “*Ni nanna*”, que consiste en una aplicación web para dispositivos táctiles que brinda asesoría por parte de adultos mayores con conocimiento en actividades artísticas, para usuarios que requieran de algún consejo. Sus interfaces están diseñadas de acuerdo a la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (*UCD - Used Centered Design*) que propone un diseño basado en el entendimiento, estudio, diseño, construcción y evaluación. Hornero et al. (2015), presentan un dispositivo de AAC que combina los tableros de comunicación y los comunicadores electrónicos; estos comunicadores están conectados por medio de una red inalámbrica, permitiendo que los tableros de comunicación puedan ser cambiados de acuerdo a las necesidades motoras y comunicativas del usuario. Además, el gobierno de Aragón-España (2021), mediante su plataforma ARASAAC ofrece recursos gráficos, materiales y una base de datos de pictogramas adaptados para



facilitar la comunicación y la accesibilidad cognitiva a todas las personas que presentan dificultades en áreas de inclusión en cualquier ámbito de la vida cotidiana.

Estas propuestas abordan el diseño de interfaces y formas de interacción; sin embargo, las habilidades de los usuarios a los cuales van orientadas no son direccionalas, lo que representa dificultades al momento de su uso (Al Mahmud & Martens, 2016). Además, como mencionan Hornero et al. (2015), el proceso de diseño tampoco incluye un método que permita una selección rápida de los elementos. Esto conlleva a que, en general, no se mida efectivamente la usabilidad de los diferentes componentes que se presentan al usuario (Saturno et al., 2015). Estos problemas han aumentado dada la adopción de los sistemas AAC en la industria, puesto que diferentes grupos liberan sistemas que no cumplen con las necesidades de los usuarios y que no tienen un trasfondo de investigación y desarrollo (Light & McNaughton, 2013). En consecuencia, es necesario contar con un método que guíe el diseño de interfaces de usuario, con modalidades de comunicación AAC; las cuales estén orientadas a la mejora de la interacción entre los adultos mayores y los sistemas de AAC de alta tecnología por medio de pictogramas.

## 1.2. Contexto

El presente trabajo de titulación forma parte del proyecto de investigación ganador de la XVIII convocatoria de propuestas de investigación de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca, denominado “Diseño de arquitecturas y modelos de interacción para ambientes de vida asistida orientados a adultos mayores. Caso de estudio: ambientes lúdicos y sociales”.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. *Objetivo general*

Este trabajo de titulación plantea como objetivo general: Definir un método para el diseño de interfaces de usuario orientadas al adulto mayor, que incluyan modalidades de comunicación aumentativa y alternativa simbólica, soportadas por medios tecnológicos.

### 1.3.2. *Objetivos específicos*

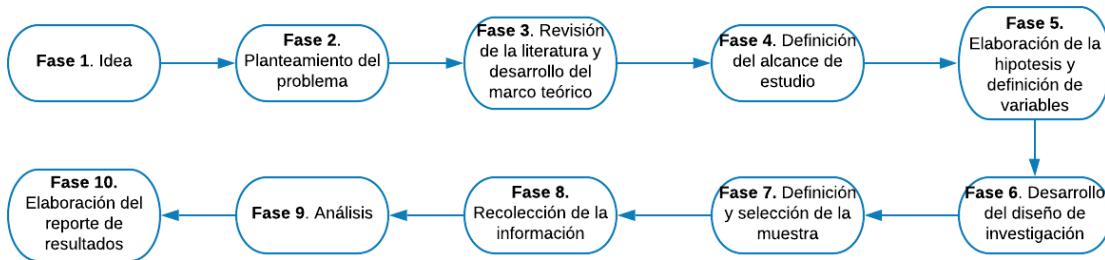
- Realizar una revisión sistemática de la literatura acerca de las soluciones desarrolladas con interfaces de AAC, con el fin de indagar temas relacionados con los diversos métodos de diseño de interfaces que integren pictogramas.

- Plantear un método que guíe a los desarrolladores, en el diseño de interfaces de usuario que incluya modalidades de comunicación AAC. Las cuales estén orientadas a la mejora de la interacción, entre los adultos mayores y la aplicación por medio de pictogramas.
- Aplicar el método propuesto en el diseño de interfaces para una solución (Sistema web) que la ejemplifique; incluyendo modalidades de comunicación AAC para adultos mayores que necesiten reforzar las funciones cognitivas de atención, memoria y/o lenguaje.
- Realizar dos evaluaciones empíricas, la primera mediante un cuasiexperimento aplicado sobre los ingenieros de software y el segundo mediante un estudio de caso aplicado sobre el adulto mayor.

#### 1.4. Tareas de Investigación

Para la investigación se ha escogido la metodología cuantitativa la cual se compone de 10 fases (Hernández R., Fernández, 2014). A continuación, en la Figura 1 se describe el modelo a seguir.

*Figura 1 Modelo de investigación Cuantitativo.*



Fuente: (Hernández R., Fernández, 2014)

Cada fase consiste en lo siguiente:

- **Idea:** Aquí surgen las ideas relacionadas al diseño de interfaces gráficas para sistemas de comunicación aumentativa y alternativa. El objetivo general se plantea a partir de un estudio previo realizado por parte de los investigadores.
- **Planteamiento del problema:** Aquí se plantea un problema de estudio que de origen a la investigación. Consta de elementos como: objetivos que persiguen la investigación (objetivos específicos), justificación, viabilidad del estudio y la evaluación de las deficiencias en el conocimiento del problema. En este caso, el problema se orienta a la deficiencia de métodos para diseñar interfaces AAC.



- **Desarrollo del marco teórico y revisión de literatura:** Una vez conocida la problemática se desarrolla el marco teórico con el fin de dar sustento teórico al trabajo. Esto surge a través de una revisión exhaustiva de literatura que permite adquirir conocimientos teóricos sobre los temas que engloba la investigación. Para este trabajo, el marco teórico se ha llevado a cabo mediante una revisión sistemática sobre el diseño de interfaces, métodos de interacción, tecnología y calidad en sistemas AAC.
- **Definición del alcance de estudio:** Se decide cuál es el alcance que el estudio va a tener. Pueden ser de cuatro tipos: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. El alcance va a depender de las estrategias que se tomen en la investigación. Se ha definido un alcance exploratorio ya que se pretende conocer y examinar el estado actual del desarrollo y diseño de interfaces AAC, y luego proponer un método para la misma.
- **Elaboración de la hipótesis y definición de las variables:** Las hipótesis se pueden establecer de acuerdo al alcance del estudio. En este caso se proporcionarán hipótesis y variables para evaluar parte del método planteado.
- **Desarrollo del diseño de investigación:** Plantear la manera y métodos que permitirán el desarrollo de la investigación.
- **Definición y selección de la muestra:** Seleccionar las unidades de análisis para realizar casos de estudio. Dependiendo del alcance del estudio, se define quien o quienes van a ser medidos.
- **Recolección de datos o información:** Donde se desarrolla un plan de procedimientos para obtener los datos oportunos sobre la investigación, de acuerdo con el problema. En esta fase se reúnen los datos con un propósito específico los cuales deben ser archivados para su posterior análisis.
- **Análisis:** Para realizar el análisis se deben considerar aspectos como: selección de un programa de análisis de datos, exploración de los datos, evaluar la validez de los datos. Finalmente se prepara un reporte.
- **Elaboración del reporte de resultados:** Finalmente, se presentan los resultados de cada fase con su respectiva documentación, estos incluyen a los resultados de las evaluaciones, conclusiones y el planteamiento de trabajos futuros.

### 1.5. Estructura del trabajo

Este trabajo está compuesto por 7 capítulos los cuales se describen a continuación:

- Capítulo 1: Introducción



Presenta la motivación (antecedentes, problema y solución propuesta), los objetivos y las tareas de investigación. Se explica lo general del trabajo, sus objetivos tanto el general como específicos. Introduce al lector en el contexto.

- **Capítulo 2: Marco teórico**

Se conceptualizan los temas relevantes de la investigación. Conceptos necesarios para el entendimiento y desarrollo del trabajo de titulación.

- **Capítulo 3: Estado del Arte**

Presenta el estado actual del tema general de investigación. Se lo realiza por medio de una revisión sistemática de literatura de los diferentes temas en los que se centra el trabajo. Esto permitirá tener una vista objetiva de las soluciones existentes al problema planteado y determinará el estado de la investigación.

- **Capítulo 4: Método de creación de interfaces para aplicaciones AAC con pictogramas**

Se presenta un método para el diseño de interfaces para sistemas AAC. Se presentan las fases, guías, artefactos y responsables. Esta sección contiene una descripción detallada del paso a paso a seguir para diseñar interfaces de calidad.

- **Capítulo 5: Instanciación del método propuesto**

Se propone el diseño y creación de las interfaces para un sistema web, siguiendo los pasos planteados en el capítulo 4. Este sistema servirá para validar tanto el método como su impacto en los ingenieros de software y adultos mayores.

- **Capítulo 6: Evaluación Empírica**

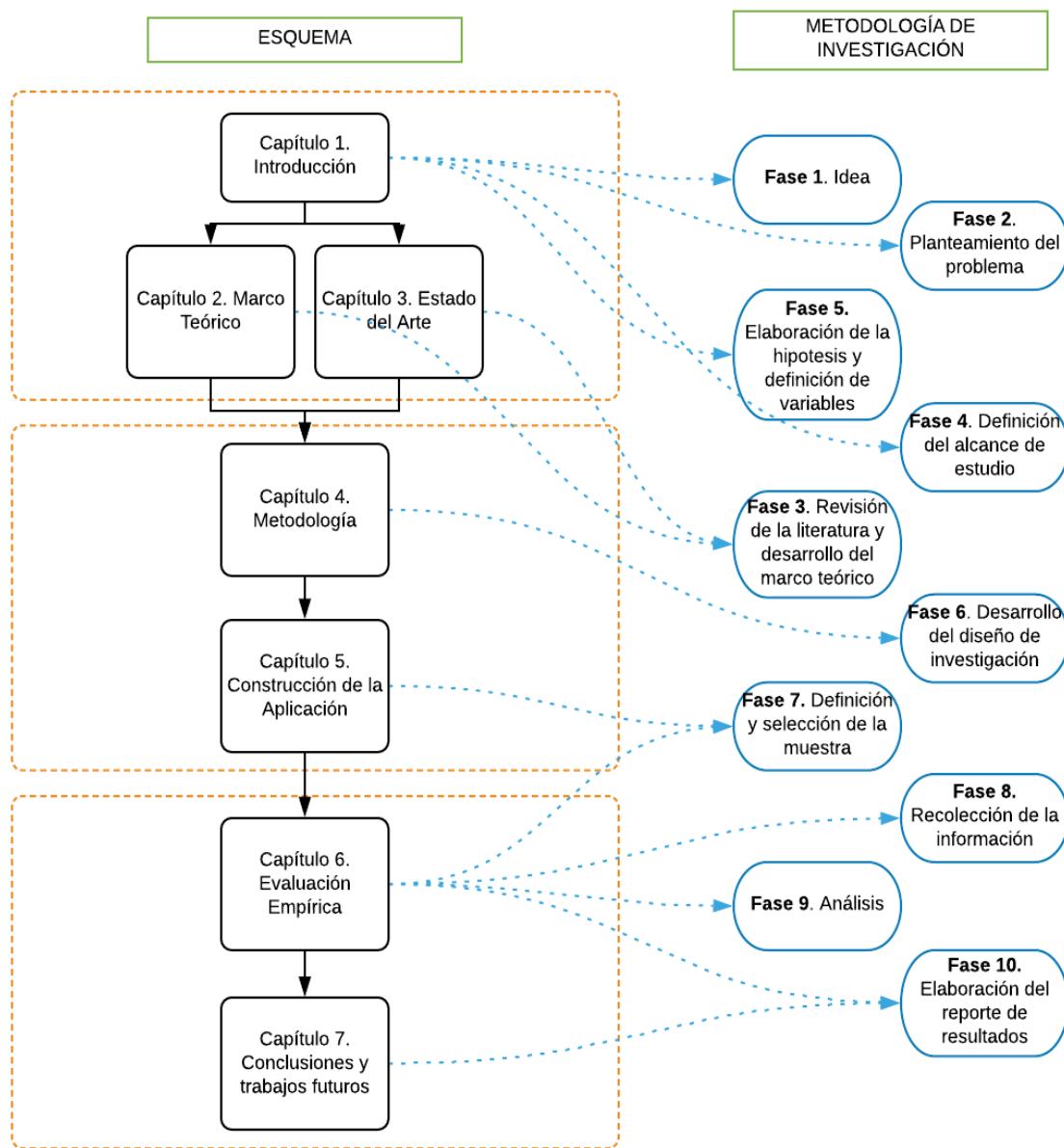
Evaluación de una fase del método mediante un proceso de evaluación aplicado a ingenieros de calidad.

- **Capítulo 7: Conclusiones y trabajos futuros**

Se presentan las conclusiones obtenidas de la evaluación y los resultados del trabajo. También se plantean trabajos futuros que pueden surgir a partir de este estudio.

En la Figura 2 se presenta el esquema de la estructura del trabajo ligadas con las tareas de investigación.

Figura 2 Relación entre el esquema de trabajo y el método de investigación





## Capítulo 2: Marco teórico

### 2.1. Desafíos tecnológicos que afectan a los adultos mayores

La población del mundo envejece, y esto se ve reflejado en el aumento de la proporción de adultos mayores; tanto en países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo (Goodman-Deane et al., 2009). Según *World Population Prospects* (2019), 1 de cada 11 personas sobrepasaban los 65 años en el año 2019; y proyecta que para el 2050, esta proporción será de 1 de cada 6 personas.

Este grupo poblacional, sufre impedimentos propios de su edad (p, ej., motores, sensoriales y psicológicos); limitaciones que repercuten en la realización de sus actividades cotidianas afectando su independencia o su calidad de vida (Goodman-Deane et al., 2009). Por otro lado, los adultos mayores se ven inmersos en una sociedad que experimenta un constante avance de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) (Agudo et al., 2013). El uso de las TIC van orientadas al apoyo de las personas en general y en particular a los adultos mayores, presentando los siguientes beneficios (Agudo et al., 2013):

- Mejoran la comunicación.
- Estimulan la memoria y creatividad.
- Brindan el acceso a la Sociedad de la Información y del Conocimiento.
- Ayudan en la concentración y la atención.
- Fomentan la participación social.
- Proporcionan un aprendizaje ininterrumpido.

Las soluciones tecnológicas cada vez se vuelven más sofisticadas, y muchas veces se diseñan sin tener en cuenta las limitaciones naturales causadas por el envejecimiento y sus implicaciones en los usuarios (de Barros et al., 2014). Existen algunos problemas en cuanto a la tecnología debido a que está enfocada a un público más joven. Según Williams (2009), los problemas que afectan al diseño de la tecnología pueden reducirse a:

- Una interfaz con un diseño deficiente puede provocar confusión sobre cómo usar la aplicación y, en consecuencia, dificultar la adopción de la tecnología. Esto deriva, a que la ayuda que se necesita mediante las aplicaciones, no se pueda lograr debido al diseño poco intuitivo de las mismas.
- Las tareas que son simples para cierto grupo etario como los adolescentes, no son inmediatamente entendibles para un adulto mayor. En consecuencia, se crean estigmas sociales relacionados con estos usuarios y las tecnologías más antiguas.



Algunos estudios acerca de adultos mayores, ponen de manifiesto la evolución de su experiencia tecnológica y sus hábitos sociales (Acartürk et al., 2015; Gao & Sun, 2015; Motti Ader et al., 2017); sin embargo, otros han discutido las dificultades de representar discapacidades en la investigación de HCI, sobre todo las experimentadas por el adulto mayor promedio (Carreira et al., 2017; de Barros et al., 2014). Aunque se han evaluado diferentes técnicas de entrada indirecta para adultos mayores, utilizando dispositivos como mouse, teclado, panel táctil y lápiz inalámbrico; se ha evidenciado que estos realizan más movimientos secundarios, tardan más y cometan más errores que los adultos más jóvenes para seleccionar objetivos (Hussain et al., 2017; Motti Ader et al., 2017).

La computación afectiva, es un campo de investigación que engloba muchas disciplinas que reúnen a investigadores y profesionales de diversos campos; su objetivo es conseguir que las computadoras y dispositivos inteligentes, sean capaces de reconocer, sentir e interpretar las emociones humanas (Poria et al., 2017). En este contexto, para lograr que la HCI sea más amigable para esta población, la informática afectiva ofrece un gran potencial para las aplicaciones que toman decisiones inteligentes sobre cómo diseñar sus interfaces. Los métodos mejorados para detectar la emoción a través de marcadores afectivos pueden ayudar en gran medida a los sistemas inteligentes a tomar decisiones adecuadas para un usuario adulto mayor (Williams, 2009).

De igual manera, se requiere que las aplicaciones tecnológicas se diseñen con un conocimiento profundo sobre las necesidades, expectativas y actitudes de los usuarios finales (de Barros et al., 2014). Un ejemplo es el *European Ambient Assisted Living Joint Programme* que busca que los usuarios finales, participen de forma obligatoria en la creación de soluciones tecnológicas. Existen informes sobre cómo realizar investigación con adultos mayores, sin embargo, la literatura sobre cómo mantener interesado a este grupo de usuarios; con el fin de lograr un adecuado diseño centrado en el usuario es deficiente. Para conseguir un resultado satisfactorio, las actividades de diseño deberían involucrar a los adultos mayores, cuidadores y otros actores en el entorno del adulto mayor (Barros et al., 2014).

## 2.2. Interfaces de usuario

La Interfaz de usuario es un medio para facilitar la comunicación entre seres humanos y un artefacto, mediante un conjunto de componentes disponibles en el computador. La comunicación se genera mediante las instrucciones dadas por los dispositivos de entrada, y sus resultados pueden presentarse en distintos dispositivos de salida (Marcus, 2015).



Las interfaces de usuario han existido mucho antes de que la HCI se estableciera (Jorgensen, 2008). Cada diseñador busca crear experiencias de usuario de alta calidad, aplicando criterios de usabilidad y utilidad, las cuales llegan a ser referencias para trabajos futuros; por lo tanto, para lograr este objetivo, se debe tener extremo cuidado en la planificación y sensibilidad a las necesidades del usuario (Shneiderman et al., 2016). Si una interfaz es adecuada, el usuario podrá deslizarse y usar el sistema sin realizar mayor esfuerzo. Por el contrario, si una interfaz de usuario no tiene un diseño adecuado, podría causar confusión en el usuario; derivando en un déficit en la eficiencia de la interacción (Pressman, 2002).

### 2.2.1. *Evolución de la interfaz gráfica*

Al igual que con muchos avances a lo largo de la historia, el avance de la tecnología no es una excepción; por consiguiente, las interfaces de usuario han ido evolucionando poco a poco hasta el día de hoy que contamos con interfaces capaces de detectar estados mentales del usuario en tiempo real (Hopkins, 2017). Esta evolución se ha visto reflejada a lo largo de la historia, siendo las más importantes las siguientes (Abdur et al., 2017):

- **Interfaz por línea de comando (CLI - Command Line Interface):** La interacción se da a través de comandos en una terminal, por medio del teclado.
- **Interfaz gráfica de usuario (GUI - Graphic User Interface):** permite a los usuarios interactuar con una computadora a través de interacciones secundarias, como íconos y campos de entrada. Es la más común hoy en día. Usando una GUI bien diseñada, el usuario puede obtener beneficios en términos de aprendizaje rápido y facilidad de uso.
- **Interfaz táctil de usuario (TUIs - Touch User Interface):** Es un tipo especial de GUI, cuya interacción es física mediante un panel o pantalla táctil sensibles a la presión.
- **Interfaz de usuario de voz (VUI - Voice User Interface):** En esta interfaz, la entrada de voz de audio es proporcionada al sistema, luego se da un reconocimiento de voz y finalmente se realiza la acción adecuada seguida de indicaciones de voz.
- **Interfaz cerebro-computador (BCI - Brain Computer Interface):** Este tipo de interfaz, utiliza la actividad eléctrica cerebral para comunicarse con las máquinas y computadoras.

### 2.2.2. *Diseño de interfaz de usuario*

Las interfaces de usuario tienen un propósito general el cual es satisfacer las necesidades y expectativas de sus usuarios. Cada sistema, casi siempre es juzgado por su diseño mas no por su



funcionalidad. En consecuencia, muchos de estos sistemas terminan en el olvido y nunca se utilizan debido a un diseño de interfaz deficiente (Chandra & Guntupalli, 2008).

#### **2.2.2.1. Factores humanos en el diseño de interfaz**

Existen factores humanos que se deben considerar antes de diseñar una interfaz eficaz. Uno de ellos es la memoria limitada, ya que la mayoría de usuarios no pueden recordar más de siete cosas a la vez; por lo que, si a un usuario se presenta más de siete cosas de forma instantánea, es posible que cometa errores (Díaz et al., 2020). También es normal que cuando un usuario usa un nuevo software de interfaz que incluyan alarmas o mensajes, este se asuste y cometa más errores. Finalmente, existe una diferencia de pensamientos y preferencias sobre el tipo de imágenes, estilos de menús, entre otros, que el diseñador debe tener en cuenta antes de diseñar una interfaz efectiva (Shneiderman et al., 2016).

#### **2.2.2.2. Principios de diseño de una interfaz de usuario**

Los principios de diseño convierten a un desarrollador en un buen diseñador de interfaces. Una interfaz debe resultar familiar para el usuario; también, debe brindar coherencia en los comandos y menús; el formato y puntuación debe ser similar; debe permitir predecir el funcionamiento del sistema; debe contener opciones de recuperabilidad para que el usuario pueda superar sus errores y, por último, debe permitir deshacer y rehacer acciones (Chandra & Guntupalli, 2008). Los principios de diseño, permiten que el desarrollador pueda abordar todos los aspectos mencionados y como resultado presente un diseño de interfaz eficaz (Fourcan, 2014).

#### **2.2.3. Diseño usable**

Un diseño usable efectivo incorpora tres diseños i) diseño de la interfaz; ii) diseño de la interacción; iii) diseño de la información. Estos tipos de diseño son importantes para cada aspecto, deben incluirse y superponerse ya que la falla de cualquiera de ellos, termina en una falla de todo el sistema (Chaitanya, 2008).

#### **2.2.3.1. Diseño de interfaz**

La interfaz debe considerar que los colores y objetos sean los adecuados para que la navegación en el sistema resulte más fácil. También, se debe seguir un solo estilo de interacción que se adecue con los símbolos y lenguaje utilizado. Existen reglas y principios para diseñar interfaces de usuario, las cuales tienen el fin de proporcionar concejos de diseño que ayuden a construir mejores sistemas utilizables. Entre varias reglas y guías, las ocho reglas de oro Shneiderman son unas de las



más útiles y conocidas (Dix et al., 2004; Shneiderman et al., 2016). Estas reglas se detallan a continuación:

- Lograr coherencia en las secuencias de acción, el diseño, la terminología, el uso de comandos, etc.
- Permitir que los usuarios frecuentes utilicen atajos, como abreviaturas, secuencias de teclas especiales y macros, para realizar acciones habituales y familiares con mayor rapidez.
- Ofrecer comentarios informativos para cada acción del usuario, en un nivel adecuado a la magnitud de la acción.
- Diseñar cuadros de diálogo para que se cierren de manera que el usuario sepa cuándo ha completado una tarea.
- Ofrecer prevención de errores y manejo sencillo de errores para que, idealmente, se evite que los usuarios cometan errores y, si lo hacen, se les ofrezcan instrucciones claras e informativas para que puedan recuperarse.
- Permitir una fácil reversión de las acciones para aliviar la ansiedad y fomentar la exploración, ya que el usuario sabe que siempre puede volver al estado anterior.
- Apoyar el locus de control interno para que el usuario tenga el control del sistema, que responde a sus acciones.
- Reducir la carga de memoria a corto plazo manteniendo las pantallas simples y proporcionando tiempo para aprender las secuencias de acción.

#### **2.2.3.2. Diseño de información**

La información debe presentarse de forma adecuada, adaptando la información, texto, objetos gráficos, fotografías, etc. El uso de colores debe ser adecuado para poder identificar el cambio en el estado del sistema y para proporcionar información a los usuarios sobre la tarea que están realizando. Se debe poder predecir las actividades que el usuario está realizando y enviar mensajes relevantes a la situación, estos mensajes deben entregarse de manera que los diferentes tipos de usuarios puedan manejarlos según sus habilidades, país y cultura (Jitnupong & Jirachiepfattana, 2018).

#### **2.2.3.3. Diseño de interacción**

Además de considerar aspectos como la edad, cultura y antecedentes de los usuarios; se deben evaluar sus conocimientos informáticos y su capacidad para adaptarse al sistema. La navegación y búsqueda debe ser fácil de identificar cuando el usuario requiere de información. El usuario debe



sentirse atraído al sistema y por ello se recomienda usar iluminaciones llamativas e incluso incorporar sonidos (Dix et al., 2004; Jitnupong & Jirachieffpattana, 2018).

### 2.3. Modelos de usabilidad

Cuando se desarrolla cualquier producto de software la calidad es uno de los aspectos más importantes para que un producto sobresalga de otro; por lo tanto, el desarrollo de productos interactivos debe tener en cuenta este factor (Perdrix et al., 2003). Existen varios modelos de calidad de software, y algunos son predecesores de los modelos de calidad modernos (p. ej., Modelo de calidad de McCall (1977) y el modelo de calidad de Boehm (1978)). La calidad de software engloba muchos atributos de calidad (p. ej., el rendimiento, mantenibilidad, confiabilidad y usabilidad) (Mejía et al., 2012).

La usabilidad es un atributo de calidad muy importante, el cual permite determinar la satisfacción del usuario final, y en consecuencia determina el éxito del producto (Mejía et al., 2012). La ISO 9241 (*International Organization Standardization*, 1998), define la usabilidad como: "Grado en el cual un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico". Además, este atributo tiene su propio subconjunto de atributos, como la capacidad de aprendizaje, eficiencia, memoria, tasa de errores y satisfacción. Por lo tanto, diseñar un producto de software con un alto grado de usabilidad no es fácil de conseguir; en consecuencia, este atributo de calidad se debe considerar en todas las fases del desarrollo (Perdrix et al., 2003).

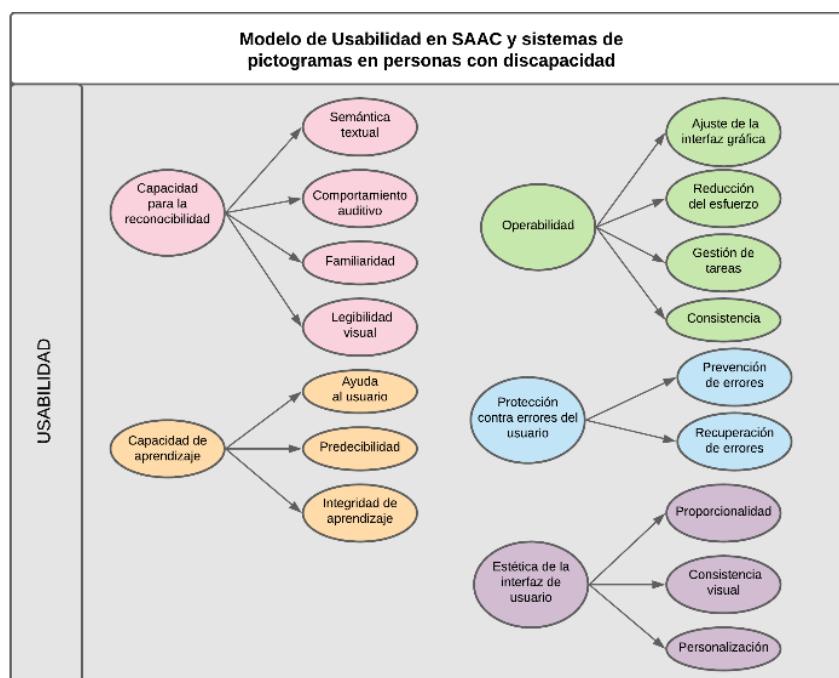
#### 2.3.1. *Modelo de usabilidad para SACC*

Dado que ya existen varias soluciones tecnológicas para AAC de tipo tecnológicas, surge la necesidad tener un método para evaluar si dichas soluciones cumplen con las necesidades de usabilidad de los usuarios finales (Abad et al., 2021). En las ciencias de computación, con el fin de evaluar el grado de satisfacción del usuario al interactuar con un artefacto de software, se usan los modelos de calidad. Estos modelos sirven para interpretar el grado con el que el software satisface los requerimientos del usuario objetivo (ISO 25000, 2020). En el trabajo de Abad et al. (2021) se presenta un modelo de calidad para sistemas de comunicación aumentativa y alternativa para personas con discapacidad; centrado en la "Usabilidad", la cual se entiende con la capacidad del software para ser aprendido, entendido y usado por parte del usuario en determinadas circunstancias y en un entorno específico. En la Figura 3 se detallan las sub-características y sub-sub-características del trabajo de

Abad et al. (2021) respecto a la característica de Usabilidad; entre las sub-características tomadas en cuenta para este modelo de calidad se tienen:

- Capacidad para ser reconocido: permite entender si el producto de software es adecuado, en base a las necesidades del usuario.
- Capacidad de aprendizaje: mide la capacidad de un producto de software para ser aprendido por el usuario.
- Operabilidad: mide cual es la facilidad que otorga en software al usuario para su control.
- Protección contra errores del usuario: Mide la capacidad del software para prevenir que el usuario cometa algún error.
- Estética de la interfaz de usuario: califica cual es la percepción del usuario acerca de la interfaz gráfica, mediante una medición de cuanto se siente atraído el usuario con respecto al software.

*Figura 3 Sub-características y sub-sub-características del modelo de usabilidad para SAAC y sistemas pictográficos para personas con discapacidad.*



Fuente: (Abad et al., 2021).

#### 2.4. Competencia comunicativa

La competencia comunicativa es la capacidad de un individuo para expresar libremente ideas, pensamientos y sentimientos a una variedad de oyentes en todos los contextos. La comunicación eficaz es importante para la autodeterminación, el aprendizaje y el desarrollo Beukelman & Light,



2020). Además, proporciona los medios para alcanzar objetivos personales, educativos, vocacionales y sociales (Light & McNaughton, 2013; Lund & Light, 2007). Las personas deben alcanzar la competencia comunicativa si usan el habla natural o la Comunicación Aumentativa y Alternativa (AAC - *Augmentative and Alternative Communication*), pero sus caminos pueden variar (Beukelman & Light, 2020).

#### **2.4.1. Sistemas de comunicación aumentativa y alternativa (SAAC - Systems of Augmentative and Alternative Communication)**

Las personas con problemas del habla o de lenguaje dependen de la AAC ya que se considera una alternativa fiable al habla no funcional. Los instrumentos especiales de comunicación aumentativa, como tableros de comunicación y aparatos electrónicos, son de gran ayuda para la comunicación y expresión de las personas (ASHA, 2020). Los sistemas y tecnologías que forman una intervención de la AAC forman parte de los servicios de habilitación y rehabilitación (Beukelman & Light, 2020).

Los SAAC son las formas de expresión distintas al lenguaje hablado. Existe una amplia gama de sistemas SAAC que ayudan a satisfacer las necesidades de comunicación de personas con necesidades complejas de comunicación (Beukelman & Light, 2020). Entre los SACC se tienen intervenciones sin ayuda y con ayuda (Miller, 2018; Moffatt et al., 2017).

##### **2.4.1.1. Tipos de SAAC**

La mayoría de las personas combinan distintos tipos de sistemas AAC para comunicarse. Estos sistemas se dividen en: sistemas sin ayuda y sistemas con ayuda (ASHA, 2020; Beukelman & Light, 2020; Miller, 2018).

- Sin ayuda (no asistidas): Este tipo de sistemas no requieren el uso de dispositivos tecnológicos para la interacción con los usuarios, pero de alguna forma requieren cierto grado de control motor.
- Con ayuda (asistidas): requieren algún tipo de soporte externo, ya sea electrónico o no electrónico. Las formas asistidas no electrónicas a menudo se denominan tecnología ligera o baja tecnología (p. ej., tableros de comunicación o sistemas de intercambio de imágenes), mientras que las formas de interacción mediante algún tipo de dispositivo tecnológico se denomina opciones de alta tecnología (p. ej., dispositivos de generación de voz, tecnologías móviles y medios de comunicación digital). Algunos ejemplos de estos tipos de SACC se enumeran en la Tabla 1.

**Tabla 1 Tipos de sistemas de comunicación aumentativa y alternativa**

<b>Sin Ayuda</b>	<b>Con ayuda</b>	
<b>Sin Tecnología</b>	<b>Baja Tecnología</b>	<b>Alta Tecnología</b>
Gestos	Imágenes	Dispositivos generadores de voz ( <i>SGD - Speech Generating Devices</i> )
Señales manuales	Objetos	
Expresiones faciales	Fotografías	Dispositivos de mensaje único y dispositivos grabables / digitalizados.
Vocalizaciones	Escrutina	
Verbalizaciones	Tableros de comunicación	Software AAC que permite la representación dinámica de símbolos / lenguaje y que se utiliza con algún tipo de hardware tecnológico (por ejemplo, computadora, tableta, teléfono inteligente).
Lenguaje corporal		

#### **2.4.2. Símbolos e iconicidad**

Dentro de la AAC los símbolos son de gran importancia, ya que se utilizan para representar acciones, objetos, conceptos y emociones. Estos pueden incluir dibujos, fotografías, expresiones faciales, representación de objetos, gestos y símbolos aditivos (guías por voz) u ortográfica (símbolos basados en el alfabeto) (ASHA, 2020). La iconicidad, se refiere a la asociación que existe entre un símbolo y su referente (Schlosser & Sigafoos, 2002); y varía en función de la facilidad con la que puede adivinar el significado del símbolo. La alta iconicidad (es decir, mostrar el símbolo junto con la palabra escrita), puede ayudar a los interlocutores de comunicación a aprender e interpretar símbolos, particularmente si no hay salida de voz disponible (Wilkinson & McIlvane, 2001); por lo tanto, mientras mayor sea la iconicidad, más fácil será el aprendizaje del símbolo elegido (Schlosser et al., 2012). La ASHA (2020), divide a los símbolos en tres tipos:

- Los símbolos transparentes: Está compuesto por símbolos fáciles de adivinar en ausencia del significado del mismo. Por ejemplo, símbolos de precaución y atajos los cuales buscan que el usuario los entienda sin ninguna introducción previa.
- Los símbolos opacos: Está compuesto por símbolos difíciles de adivinar fácilmente, incluso cuando se conoce el significado del mismo. Por ejemplo, los símbolos que componen el código morse el cual se necesita un conocimiento previo del mismo para entender su significado.
- Los símbolos translúcidos: son símbolos que se encuentran entre el intermedio de los símbolos transparentes y opacos. Puede que el significado de símbolo no sea claro, pero si está acompañada de información adicional el significado es más claro. Por ejemplo, símbolos de interfaces gráficas



de usuario, los cuales en su mayoría muestran información de su significado al usuario por medio de un mensaje emergente.

#### 2.4.2.1. Símbolos en los SAAC asistidos

Los símbolos para SAAC asistidos, son importantes para representar mensajes u objetos y varían según su demanda de aprendizaje, los conceptos que pueden representar y el poder para comunicar el mensaje (Beukelman & Light, 2020). En consecuencia, no existe una representación única que se adapte mejor a todas las personas con necesidades complejas de comunicación; cada usuario puede elegir entre una gama de representaciones según su necesidad, entre las que se destacan:

- **Símbolos Tangibles:** Son objetos que se pueden tocar y manipular por parte de los usuarios de la AAC, los cuales incluyen objetos reales, objetos en miniatura y objetos parciales (p. ej., cepillo de dientes, juguetes, tenedores) (Roche et al., 2018).
- **Fotografías:** Se usan para representar una amplia variedad de conceptos (p. ej., objetos, acciones, personas, eventos, lugares, actividades) y son más portátiles que los objetos reales o parciales (Beukelman & Light, 2020).
- **Ortografía Tradicional:** Son caracteres escritos los cuales se usan para trasmisir mensajes de un sistema lingüístico particular. En la AAC se los usa en forma de letras, palabras, oraciones o textos largos; como soporte narrativo en conjunto de otras representaciones o para trasmisir mensajes. Su uso se ve limitado por el grado de alfabetización del usuario (Beukelman & Light, 2020).
- **Pictogramas:** Los pictogramas son dibujos figurativos, que se utilizan para transmitir información de manera directa, indicar un objeto, verbo, lugar o expresar una idea (Tijus, 2007). Adicionalmente, son utilizados para reemplazar la comunicación escrita que necesita ser procesada de manera rápida cuando los usuarios: hablan distintos idiomas; tienen habilidades lingüísticas limitadas; tienen problemas visuales (Tijus, 2007). Los pictogramas tienen el potencial de ser interpretados por el receptor de manera más precisa y ágil que las palabras, por ello sirven como recordatorios instantáneos de una señal de peligro o de un mensaje en específico (Portugal et al., 2013).

Una opción para los símbolos AAC asistidos, son los dibujos lineales que son representaciones graficas realizadas con utensilios de escritura o software de diseño gráfico (Wallace & Mason-Baughman, 2012). Tradicionalmente, se los utiliza como un medio de comunicación basado en símbolos, que se cargan previamente en dispositivos de alta tecnología de AAC (Griffith et al., 2014). Entre los conjuntos más destacados se incluyen:



- Símbolos de comunicación de imágenes (PCS - Picture Communication Symbols): Son dibujos de palitos estilizados, que pueden ser tanto a color como a blanco y negro.
- Recursos de comunicación pictográficos: Dibujos lineales más realistas que los PCS.
- Sistema de comunicación de intercambio de imágenes (PECS - Picture exchange communication system).
- SymbolStix: Son personas dibujadas con palitos, sin género, edad o atributos culturales específicos.
- Símbolo Widget: símbolos donde cada color ilustra un concepto único, de una manera clara y concisa, cubriendo una amplia gama de temas.

Estos conjuntos, varían según el usuario objetivo, la naturaleza de los conceptos representados, idiomas disponibles, tipo de dibujo, el uso de colores, etc. Por ejemplo, para ayudar en la comunicación entre los profesionales de la salud y adultos con afasia, se desarrollaron los recursos de comunicación pictográficos; mientras que los PCS y SymbolStix, se usan tanto en adultos como en niños (Beukelman & Mirenda, 2013). Cada conjunto tiene sus propias características y representación; ejemplos de ellos se pueden observar en la Figura 4, que representan una descripción general de AAC para personas con trastorno del espectro autista y necesidades complejas de comunicación (Beukelman & Light, 2020).

*Figura 4 Ejemplo de conjuntos de símbolos de comunicación.*

Referent	Picture Communication Symbols	SymbolStix	Pics for PECS	Widgit Symbols
give				
eat				
think				
where				
friend				
television				

Fuente: (Beukelman, 2020)



## **Capítulo 3: Estado actual de la investigación sobre el diseño de interfaces de usuario, herramientas y métodos de interacción para sistemas de comunicación aumentativa y alternativa.**

Este capítulo se divide en dos estudios secundarios que permiten la especificación del estado actual de la investigación sobre el diseño de interfaces AAC. Primeramente, se describe el método con el que se recolecta la información relevante para el desarrollo de este capítulo. En segundo lugar, se presenta una revisión sistemática acerca de las tecnologías usadas en los sistemas AAC, los métodos de interacción más usados, los criterios de usabilidad y experiencia de usuario considerados en el diseño y creación de interfaces de AAC.

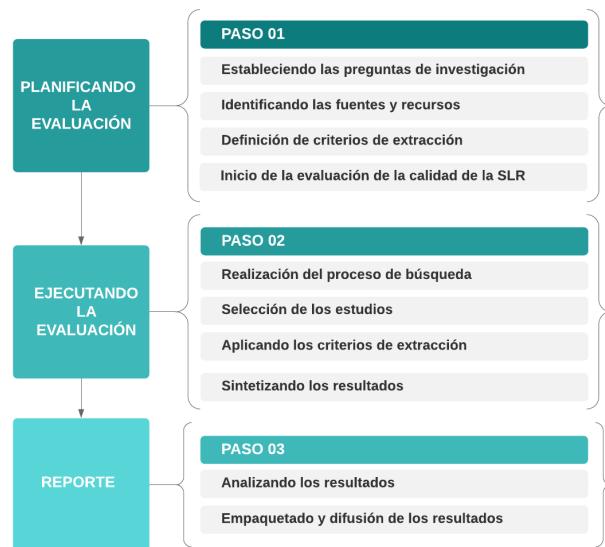
### **3.1. Introducción a las revisiones sistemáticas**

Una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) es una metodología de investigación cuya finalidad es obtener evidencia a partir de artículos científicos almacenados en repositorios digitales, misma que debe ser sistemática, reproducible y auditabile para formular preguntas de investigación sobre un área o tema de interés que luego de una búsqueda, selección y análisis de información, permita responder a dichas preguntas (Wilkinson & Light, 2014). Una revisión de literatura se cubre mediante 3 fases: (i) Planificación de la revisión, (ii) realización de la revisión, (iii) informe de la revisión. Una revisión sistemática incluye algunas etapas y actividades que se muestran en la Figura 5 y se explican brevemente a continuación (Kitchenham, 2007):

- **Planificación de la revisión:** se definen la necesidad de la revisión, las preguntas de investigación y el protocolo de revisión.
- **Realización de la revisión:** en primer lugar, se seleccionan los estudios primarios y se define la evaluación de calidad utilizada para incluir los estudios. Luego, se realiza la extracción y seguimiento de los datos, finalmente, se sintetizan los datos obtenidos.
- **Informe de revisión:** se especifican los mecanismos de difusión y se presenta el informe de revisión.



**Figura 5 Actividades del proceso de una revisión sistemática**



### **3.2. Revisión sistemática sobre el diseño de interfaces de usuario, herramientas y métodos de interacción para sistemas de comunicación aumentativa y alternativa**

A continuación, se llevan a cabo los pasos para realizar una revisión sistemática, sobre los estudios correspondientes sobre las tecnologías usadas en los sistemas AAC, los métodos de interacción más usados, los criterios de usabilidad y experiencia de usuario considerados en el diseño y creación de interfaces de AAC.

#### **3.2.1. Revisiones sistemáticas existentes sobre la AAC**

A continuación, se presentan algunas revisiones relacionadas al dominio de la AAC:

- Logan et al. (2017) proponen un estudio secundario que examina hasta qué punto las distintas funciones comunicativas para solicitar objetos se han centrado en AAC para niños que padecen de desorden del espectro autista (ASD). Además, se plantean determinar si los resultados se han evaluado en términos de mantenimiento, generalización y validez social. Siendo un estudio enfocado al ámbito social antes que tecnológico, no presenta aportes significativos sobre el desarrollo ni diseño de interfaces en AAC, que es lo que pretendemos evaluar es este estudio.
- Gilroy et al. (2017), presentan una revisión para analizar el alcance de los protocolos de capacitación existentes, que establezcan comportamientos sociales y comunicativos utilizando pantallas táctiles como medio principal de interacción. El estudio tiene como fin, determinar el



grado en el que se evalúan los dispositivos de comunicación de alta tecnología, empleados para reemplazar los métodos de comunicación tradicionales en los que no existe restricciones sobre tipos de dispositivos, tamaños, modelos o sistemas operativos específicos, siempre que la interfaz haga uso de una pantalla táctil. Sin embargo, en este estudio no se aborda el diseño de las interfaces gráficas empleadas en los dispositivos y sistemas de pantalla táctil.

- Otro estudio es presentado por Holyfield et al. (2017), en el que los autores se centran en consolidar los hallazgos actuales de la investigación de intervenciones de AAC enfocados a adolescentes y adultos con ASD. También, se refieren a las características de intervención que son efectivas para este grupo, y los cambios que son recomendables realizar. Este estudio engloba tecnologías, metodologías, protocolos y sistemas para AAC, sin embargo, no cubren la calidad de diseño de interfaces como tal.

### **3.2.2. *Fase de planificación***

En esta fase se establecen los pasos que se realizarán durante la revisión y consisten en la derivación y definición de preguntas de investigación. Además, se define la estrategia de búsqueda y la evaluación de la calidad, que permite minimizar sesgos de validez en la revisión realizada.

La etapa de planificación se compone de seis pasos: i) establecimiento de la pregunta y sub-preguntas de investigación; ii) definir la estrategia de búsqueda; iii) seleccionar los estudios primarios; iv) aplicar una evaluación de la calidad; v) definir la estrategia de extracción de datos, y vi) seleccionar los métodos de síntesis.

#### **3.2.2.1. *Preguntas de investigación***

El alcance de investigación es determinado mediante una pregunta de investigación. Para este estudio la pregunta planteada es: “¿Cuáles son los métodos, herramientas y soluciones tecnológicas existentes usados para la creación de soluciones en AAC?”.

#### **3.2.2.2. *Sub-preguntas de investigación***

Las sub-preguntas propuestas para resolver la pregunta de investigación son las siguientes:

- **RQ1:** ¿Qué métodos, herramientas, soluciones y aplicaciones se han creado para la interacción de los usuarios, mediante AAC?
- **RQ2:** ¿Cuáles son los criterios de diseño considerados cuando se diseña una interfaz gráfica para sistemas AAC?



- **RQ3:** ¿Cómo se está abordando la investigación de personas que necesitan interactuar con AAC mediante el uso de herramientas tecnológicas?

Para realizar esta revisión hemos seguido el enfoque sugerido por Kitchenham (2007), que presenta algunas pautas, las cuales recomiendan considerar las preguntas de investigación, siguiendo varios criterios adaptados a la ingeniería de software. Estos son: población, puede ser un rol específico de Ingeniería de software, una categoría de ingeniería de software, un área de aplicación o un grupo industrial; la intervención, es la metodología, herramienta, tecnología o procedimiento de software que aborda un problema específico; comparación, es la metodología, herramienta, tecnología o procedimiento de ingeniería de software, con el que se compara la intervención; resultados, deben relacionarse con factores de importancia para los profesionales; el contexto, es donde se realiza la comparación de los participantes que intervienen en el estudio y las tareas que se están realizando.

En nuestra revisión sistemática, estos criterios se identifican como:

- **Población:** Corresponde a estudios que proponen criterios de calidad para interfaces gráficas AAC y soluciones de AAC.
- **Intervención:** es el conjunto de metodologías, tecnología usada en AAC, además los diferentes criterios de calidad que se utilizan para evaluar las características de calidad de interfaces.
- **Comparación:** Comparar los avances tecnológicos con las intervenciones y criterios de calidad presentes en las interfaces gráficas de sistemas AAC.
- **Resultados:** Obtener un estudio que proporcione conocimiento sobre el estado en el que se encuentra la calidad de interfaces de la AAC y la incorporación tecnológica en sus sistemas.
- **Contexto:** Es posible elaborar un contexto para poner a prueba y evaluar los resultados obtenidos.

### 3.2.3. *Estrategias de búsqueda*

Para obtener la mayor cantidad de estudios con información de calidad, se considera realizar búsquedas automáticas en diferentes bibliotecas digitales.

- Librerías digitales
  - IEEE Xplore – Digital Library
  - Springer Link
  - ACM
  - PubMed
- Conferencias, workshops, revistas y libros
  - *Aumentative and alternative communication (AAC)*.



- *Journal of Speech, Language, and Hearing Research (JSHLR)*.

Búsqueda Automática: Para realizar la búsqueda automática, se requirió un conjunto de palabras clave que permitieron obtener la cadena de búsqueda más adecuada y eficiente. Esta cadena de búsqueda se basó en los criterios de los investigadores y el conocimiento adquirido previamente sobre AAC. El conjunto de palabras utilizadas para las pruebas se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2 Cadena de búsqueda**

Concepto	Sub-String	Conector	Términos alternativos
Graphical User Interface	GUI	OR	
Human Computer Interaction	HCI	OR	HCI
Interface Design	“interface design”	OR	
User Interface		AND	
Augmentative Alternative Communication	AAC	OR	
Pictogram		OR	
Alternative Communication		OR	

La cadena obtenida es la siguiente: (*Graphical user interface OR Interface design OR User Interface OR Human Computer Interaction*) AND (*Augmentative Alternative Communication OR Pictogram OR Alternative Communication OR AAC OR Augmentative Communication*).

Para las búsquedas manuales se ha seleccionado una revista considerada muy importante en cuanto a la investigación y aportes para la AAC. Esta revista es la AAC (*Augmentative and Alternative Communication*), revista oficial de la Sociedad Internacional para la Comunicación Alternativa y Aumentativa (*ISAAC - International Society for Augmentative and Alternative Communication*), que publica artículos científicos que informan investigaciones sobre evaluación, tratamiento, rehabilitación y educación de personas que usan o tienen el potencial de usar sistemas de AAC. La amplia gama de temas incluidos en la Revista refleja el desarrollo de este campo a nivel internacional. La segunda revista es la *Journal of Speech, Language, and Hearing Research (JSHLR)*, un medio internacional para la investigación sobre procesos de comunicación y la investigación clínica relacionada con la detección, el diagnóstico y el manejo de los trastornos de la comunicación.



### **3.2.4. Periodo de búsqueda**

Se ha considerado que las búsquedas se realizarán desde el año 2010, año donde el aumento de las opciones de comunicación, educación, redes sociales proporcionadas y las aplicaciones de tecnología móvil han llevado a la AAC a la corriente principal, lo que ha resultado en una mayor conciencia pública y una mayor aceptación social (Light & McNaughton, 2013). También, porque ha existido una mayor adopción de tecnologías AAC y un mayor empoderamiento del consumidor cuando se trata de acceder a soluciones AAC (Rummel-Hudson, 2011) y como resultado, la AAC se ha introducido a una población más amplia y diversa que nunca, tanto a jóvenes como mayores, con una gama de habilidades motoras, sensoriales, cognitivas y lingüísticas determinadas (Light & McNaughton, 2013).

### **3.2.5. Criterios de inclusión y exclusión**

Para la selección de los estudios se escogieron los que cumplieron al menos un criterio de inclusión:

- Estudios sobre la comunicación aumentativa y alternativa.
- Estudios sobre el diseño de interfaces gráficas de usuario para sistemas AAC
- Estudios sobre tecnologías implementadas en AAC.
- Estudio sobre el uso de pictogramas en soluciones tecnológicas.

Para la exclusión de los estudios no se consideraron los que cumplen con al menos uno de los siguientes criterios de exclusión.

- Revistas, libros, etc., que solo presenten la parte introductoria.
- Documentos duplicados que se encuentren en varias bibliotecas digitales.
- Artículos escritos en un idioma diferente al inglés.
- Documentos que carecen de sustento teórico válido.
- Short papers, resúmenes y artículos.

Su clasificación se presenta en la Tabla 3.



**Tabla 3 Clasificación de los criterios de inclusión y exclusión**

**RQ1: ¿Qué métodos, herramientas, soluciones y aplicaciones se han creado para la interacción de los usuarios, mediante AAC?**

EC1	Métodos de interacción Aumentativa y Alternativa	Comunicación	Imagen, Contacto, Mecánicos y electromecánicos, Interfaz cerebro-computador, Respiración
EC2	Herramientas utilizadas en AAC		Visual, Táctil, De voz, Reconocimiento de gestos, Otros
EC3	Soluciones y aplicaciones		Arquitecturas, Prototipos, Aplicaciones, Metodologías, Otros

**RQ2: ¿Cuáles son los criterios de diseño a considerar cuando se diseña una interfaz gráfica?**

EC4	Usabilidad	Utilidad, Simpatía, Facilidad de aprendizaje, Capacidad para reconocer su adecuación, Capacidad para ser usado, Protección contra errores de usuario, Accesibilidad
EC5	Experiencia del usuario	Útil, Alcanzable, Deseable
EC6	Grupo Etario	Grupo Etario
EC7	Discapacidad	Congénitas, Adquiridas, Ninguna

**RQ3: ¿Cómo se está abordando la investigación de personas que necesitan interactuar con AAC mediante el uso de herramientas tecnológicas?**

EC8	Fase	Análisis, Diseño, Implementación, Testeo
EC9	Tipo de validación	Prueba de concepto, Experimento, Prototipo
EC10	Alcance de enfoque	Industria, Academia, Sociedad
EC11	Estado de investigación	Estudio Nuevo, Continuación de Estudio
EC12	País	
EC13	Año	

### **3.2.6. Aseguramiento de la calidad de los estudios**

También es muy importante evaluar la calidad de los estudios primarios, para proporcionar una evaluación de calidad se aplica el cuestionario de escala de Likert de tres puntos, el cual consta de las preguntas siguientes:

- Preguntas subjetivas:
  - El estudio presenta temas sobre calidad en el diseño de interfaces de sistemas AAC.



- El estudio presenta temas sobre el uso de pictogramas como forma alternativa de comunicación.
  - El estudio presenta temas sobre tecnología, y métodos de interacción usados para la interacción con interfaces gráficas de AAC.
- Las posibles respuestas a estas preguntas son:
  - +1 Estoy de acuerdo
  - 0 parcialmente
  - 1 no estoy de acuerdo
- Preguntas objetivas:
  - El estudio ha sido citado por otros autores.
- Las posibles respuestas a esta pregunta son:
  - +1 Si, al menos cinco autores han citado el artículo.
  - 0 parcialmente, al artículo citado por 1-5 autores.
  - 1 Al artículo sin citar.

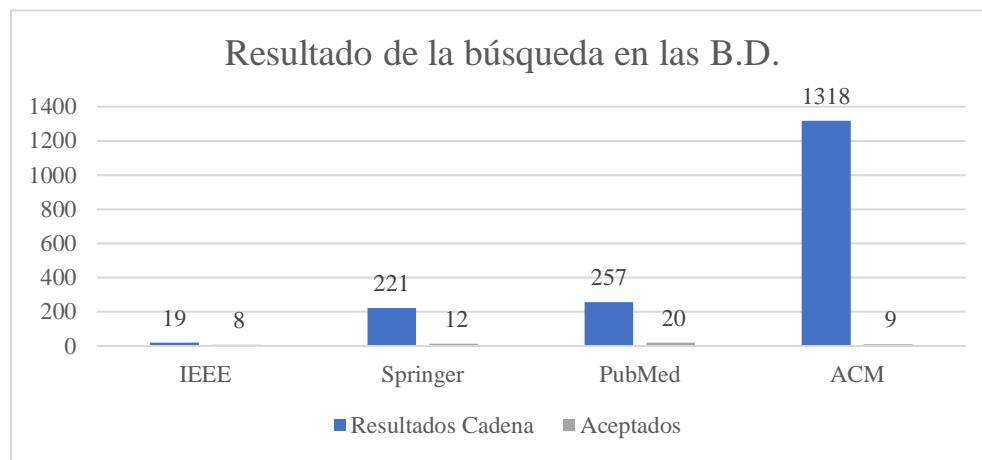
La puntuación para cada pregunta cerrada será la media aritmética de todas las puntuaciones individuales de cada revisor. La suma de la puntuación de cuatro preguntas cerradas de cada estudio proporciona una puntuación final (un número entero entre -4 y 4). Estas puntuaciones no se utilizaron para excluir las investigaciones de la revisión sistemática, sino que se han usado para detectar estudios representativos con el fin de discutir cada sub-pregunta de investigación.

Considerando cada uno de los criterios de inclusión y extracción, se obtuvieron como resultado los datos de la Tabla 4.

*Tabla 4 Resultados finales de la búsqueda automática en librerías digitales*

MATRIZ	Resultados Cadena	Artículos	Aceptados	Porcentaje
<b>IEEE</b>	19	18	8	16%
<b>Springer</b>	221	160	12	24%
<b>PubMed</b>	257	256	20	41%
<b>ACM</b>	1318	173	9	18%
<b>TOTAL</b>	1815	607	49	100%

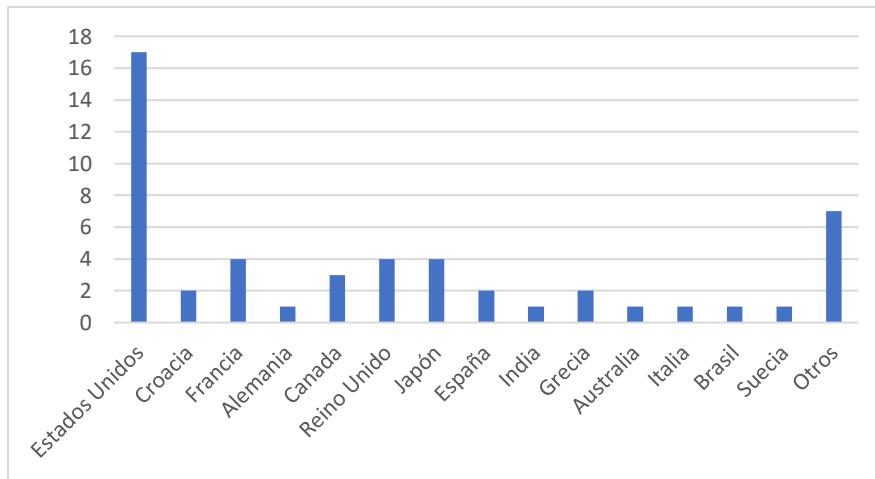
Figura 6 Resultado de la búsqueda en bases de datos digitales



### 3.2.7. Ejecución y resultados preliminares de estudios primarios

Esta sección presenta los resultados obtenidos en las fases previas. En la Figura 7, se presenta el número de artículos encontrados por cada país, dando como resultado que la mayoría de los estudios se originaron en Estados Unidos, donde el 33% del total de trabajos recuperados pertenecen a ese país. Francia, Reino Unido y Japón siguen la lista como países que abordan las soluciones AAC con un 8% cada uno. Países como Canadá, Croacia, España, Grecia y otros también estudian el diseño de aplicaciones AAC junto con algunas consideraciones de diseño para interfaces gráficas.

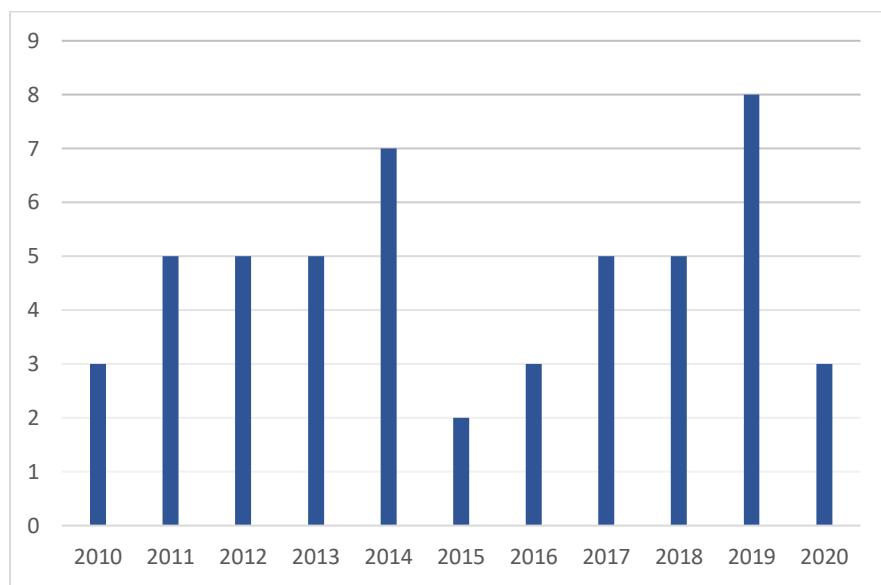
Figura 7 Número de artículos seleccionados por país



La Figura 8 muestra la evolución de la investigación relacionada con el diseño de interfaces y desarrollo de soluciones de AAC. Se muestran los resultados de los estudios año por año a partir del 2010, año desde el que se consideraron las búsquedas.



*Figura 8 Años de publicación de los artículos seleccionados*



### 3.2.7.1. Porcentajes individuales por criterio

Después de concluida la tabulación de los resultados, se muestra un resumen de los porcentajes individuales de estudios según cada criterio planteado.

*Tabla 5 Porcentaje de estudios clasificados por los criterios de extracción*

Criterios de extracción	#	%
<b>EC1. Métodos de interacción Comunicación Aumentativa y Alternativa</b>		
Imagen	8	15.68
Contacto	26	50.98
Electromecánica	2	3.92
BCI	6	11.76
Respiración	1	1.96
<b>EC2. Herramientas utilizadas en AAC</b>		
Visual	8	15.69
Táctil	31	60.78
Voz	10	19.61
Reconocimiento de gestos	5	9.80
Otros	15	29.41
<b>EC3. Soluciones y aplicaciones</b>		
Arquitecturas	5	9.80
Prototipos	13	25.49
Aplicaciones	29	56.86
Metodologías	17	33.33
Otros	15	29.41
<b>EC4. Usabilidad</b>		



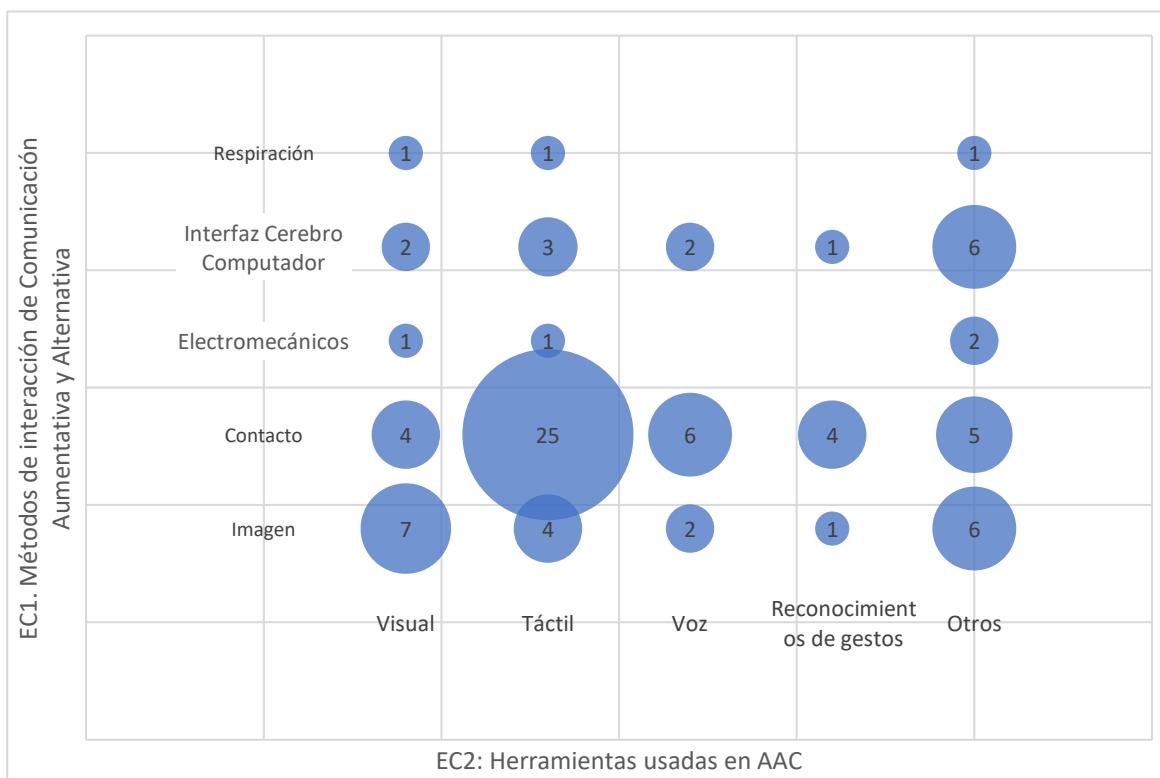
Utilidad	35	68.62
Simpatía	16	31.37
Capacidad para reconocer su adecuación	20	39.21
Capacidad de aprendizaje	28	54.90
Capacidad de ser utilizado	33	64.70
Protección contra errores de usuario	8	15.68
Accesibilidad	31	60.78
<b>EC4. Experiencia de usuario</b>		
Útil	38	74.50
Alcanzable	20	39.21
Deseable	11	21.56
<b>EC6. Grupo de edad</b>		
Grupo de edad	27	52.94
<b>EC7. Discapacidad</b>		
Congénita	25	49.02
Adquirida	29	56.86
Ninguna	15	29.41
<b>EC8. Fase</b>		
Análisis	46	90.20
Diseño	27	52.94
Implementación	19	37.25
Prueba	19	37.25
<b>EC9. Tipo de Validación</b>		
Prueba de concepto	10	19.61
Experimento	21	41.18
Prototipo	13	25.49
<b>EC10. Alcance del enfoque</b>		
Industria	10	19.61
Academia	28	54.90
Sociedad	34	66.67
<b>EC11. Metodología</b>		
Nuevo	25	49.02
Extensión	26	50.98

### 3.2.7.2. Comparación de criterios relevantes

En esta sección se presentan dos diagramas de burbujas para relacionar los criterios de extracción más relevantes, recuperar resultados y obtener conclusiones sobre la investigación en el dominio de la AAC; las burbujas están representadas en un par de coordenadas (x, y).

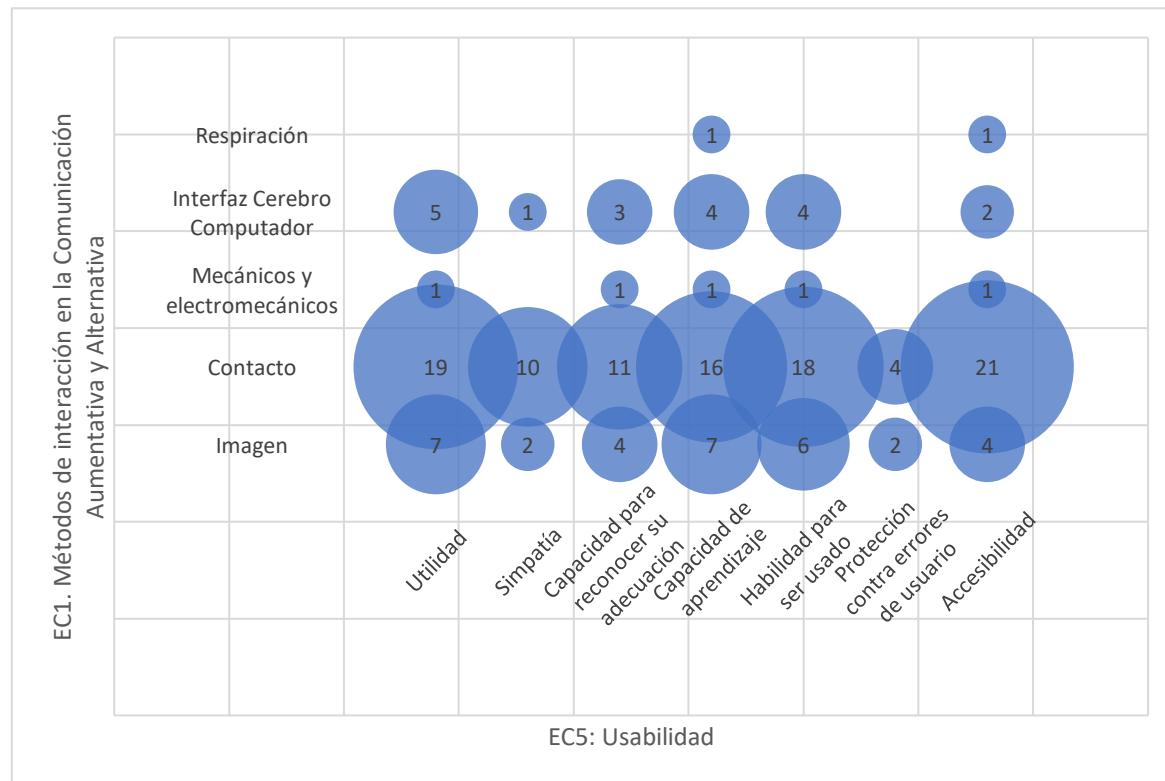
En la Figura 9. Se muestra las relaciones entre los métodos de interacción y las herramientas de activación usadas en las diferentes soluciones creadas, donde los estudios abordan mayoritariamente aplicaciones con métodos contacto. Por tanto, se puede observar que los métodos antes mencionados conllevan principalmente al uso de herramientas como dispositivos táctiles y visuales. Por último, el gráfico proporciona información sobre la falta de estudios para el desarrollo de aplicaciones que usen los métodos de BCI, Respiración y mecánicos. Por lo que, se puede considerar una brecha en el desarrollo de nuevas aplicaciones que usen dispositivos no convencionales como dispositivos para BCI, reconocimiento gestual entre otros y que pueden aportar en la creación de soluciones mejores a las existentes.

*Figura 9 Comparación de EC1: Métodos de interacción AAC y EC2: Herramientas usadas en AAC*



La Figura 10, muestra la importancia que tiene la usabilidad en la creación de las soluciones propuestas para la AAC. En este caso, se puede concluir que la utilidad, capacidad de aprendizaje y accesibilidad son cruciales para diseñar soluciones que usen el contacto y la visión como método de interacción, mientras que la simpatía, la habilidad para reconocer la adecuación y la protección contra los errores de usuarios son atributos que aún no están considerados lo suficiente para brindar un mejor soporte en el despliegue de las soluciones. También se puede observar que la relación de la usabilidad con los métodos de interacción restantes es casi nula, debido a que la etapa de investigación que engloba métodos como BCI, respiración y mecánicos no está muy explotada.

**Figura 10 Comparación de EC1: Métodos de interacción AAC y EC5: Usabilidad**





## Capítulo 4: Método para el diseño de interfaces gráficas para sistemas AAC (UIAAC).

En esta sección se describe el método UIAAC que puede ser usado para el diseño de interfaces de sistemas AAC orientado a adultos mayores mediante el uso de pictogramas. Nuestra solución, está alineada con los tres principios de diseño centrado en el usuario propuestos por Gould y Lewis (1983), la norma ISO 13407 (1999) y las actividades de diseño propuestas por Wallach y Scholz (2012), ya que presentan fases y principios indispensables para un proceso de diseño centrado en el usuario. Además, se debe incluir principios de usabilidad y experiencia del usuario como bases para el método propuesto a continuación.

El método consta de una serie de pasos y procesos para cumplir con su objetivo final, que es permitir el diseño de interfaces para la AAC mediante pictogramas.

### 4.1. Software & System Process Engineering Meta-Model Specification (SPEM) 2.0

SPEM 2.0 es un lenguaje de meta modelado de *Uniform Model Language* (UML), que nos permite representar una serie de procesos de desarrollo de software y sistemas y sus componentes (Object Management Group, 2008). Según el *Object Management Group* (2008), SPEM se define como “... un meta-modelo de ingeniería de procesos, así como un marco conceptual, que puede proporcionar los conceptos necesarios para modelar, documentar, presentar, gestionar, intercambiar y aplicar métodos y procesos de desarrollo. Una implementación de este metamodelo estaría dirigida a los ingenieros de procesos, directores de proyecto, jefes de proyecto y gerentes de programa que son responsables de mantener e implementar procesos para sus organizaciones de desarrollo o proyectos individuales.” SPEM puede utilizarse en las siguientes situaciones:

- Cuando se necesita proporcionar representaciones estandarizadas junto con bibliotecas administradas de contenido de métodos reutilizables.
- Para apoyar el desarrollo sistemático, la gestión y el crecimiento de procesos de desarrollo.
- Apoyar el despliegue únicamente del contenido del método y el proceso necesario definiendo las configuraciones de los procesos y el contenido del método.
- Apoyar la promulgación de un proceso para proyectos de desarrollo.

En el Anexo 1, se presenta la nomenclatura que SPEM usa para la definición de procesos.



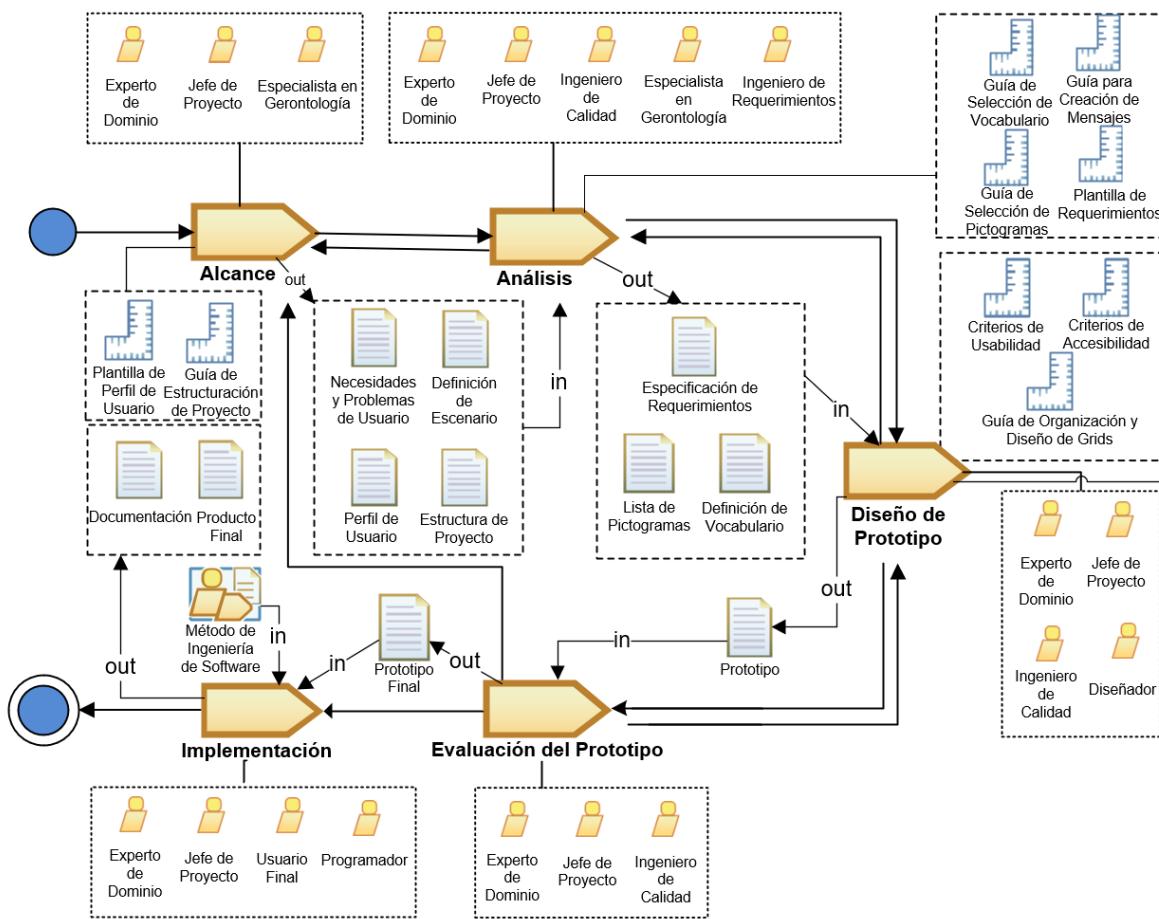
#### 4.2. Método UIAAC

El método UIAAC, método para el diseño de interfaces gráficas para la comunicación aumentativa y alternativa, tiene el propósito de guiar el diseño de interfaces gráficas aplicadas al dominio de la AAC orientado a adultos mayores, haciendo uso de pictogramas como medio de comunicación; por lo que es necesario, mencionar las bases metodológicas que han sido tomadas en cuenta para el desarrollo de este método (Sanchez et al., 2021):

- Principios fundamentales del diseño centrado en el usuario: Gould y Lewis (1983) presentan los tres principios base para establecer un diseño centrado al usuario y consta de: i) enfoque temprano en los usuarios; ii) medición empírica utilizando prototipos; iii) diseño iterativo.
- Tareas propuestas por la ISO 13407 (1999), donde el diseño centrado al usuario se define como un proceso cíclico y donde se evalúa de manera iterativa la usabilidad. Las tareas son: i) entender y especificar el contexto de uso; ii) especificar requerimientos; iii) producir soluciones de diseño; iv) evaluación.
- Etapas de diseño centrado en el usuario propuesto por Wallach y Scholz (2012), que consta de: i) alcance; ii) análisis; iii) diseño; iv) evaluación; v) entrega.

Estas bases metodológicas, forjan el cimiento para el método propuesto que consta de las siguientes tareas: i) Alcance; ii) Análisis; iii) Diseño; v) Evaluación; vi) Implementación. En la Figura 11, se presenta el método propuesto utilizando el lenguaje de meta modelado SPEM 2.0. Es importante recalcar que el proceso central es iterativo; además, el método ofrece una alternativa para un diseño de interfaces centrado en el usuario y se complementa con algunas tareas específicas para el dominio de la AAC.

Figura 11 Método UIAAC y las tareas que lo componen



El método UIAAC se compone de tareas, guías, roles y productos de trabajo; los cuales enmarcan un proceso de creación de interfaces de usuario, que integra características a tomar en cuenta al momento de crear interfaces de AAC orientada a adultos mayores, lo que hace que se diferencie de otros métodos tradicionales. Entre las características se tiene:

- En la tarea de alcance, se incluyen tres subtareas las para conocer el dominio, definir el usuario, establecer objetivos y limitaciones, y crear una estructura de trabajo. Estas subtareas son: i) comprensión del dominio, definición de perfil de usuario y iii) estructuración.
- Dentro de la tarea de análisis se incluyó las subtareas de selección y validación del vocabulario a mostrar dentro de la interfaz de usuario y que se define en base al dominio en donde se aplicara la intervención de la AAC.
- Igualmente, dentro de la tarea de análisis se integraron las subtareas de selección y validación de pictogramas; los cuales se definen en base a los productos obtenidos de las subtareas de selección y validación de vocabulario



- En cuanto a la tarea de diseño se modelado el diseño de la interfaz; en base a los requerimientos, vocabulario y lista de pictogramas. Entre las subtareas de modelado que componen la tarea del diseño se encuentran, la construcción de un diseño conceptual de la interfaz, que a su vez servirá para el proceso de prototipado.
- En la tarea de implementación se deja a criterio del equipo de desarrollo la selección de la metodología de desarrollo de software a seguir; cuya elección debe estar guiada por el tiempo de desarrollo, presupuesto, numero de desarrolladores, etc.

#### **4.2.1. Definición de roles involucrados**

Las diferentes tareas son soportadas por diferentes actores que cumplen un rol específico, con el fin de cumplir los procesos propuestos en cada tarea del método. Existen dos tipos de roles principales, que intervendrán durante el ciclo de vida de cada tarea; los roles internos que son propios de la organización de desarrollo; y los *Stakeholders* (interesados externos).

##### **4.2.1.1. Roles de la organización de desarrollo**

Se debe contar con el personal que cumpla con los siguientes roles, para la organización del desarrollo:

- Jefe de proyecto
- Experto en HCI
- Ingeniero de software
- Ingeniero de requerimientos
- Diseñador de interfaces
- Ingeniero de calidad
- Programador

##### **4.2.1.2. Interesados**

Son personas externas a la organización de desarrollo, y son los siguientes:

- Usuario final
- Experto del dominio
  - Experto en AAC
  - Especialista en gerontología

En la Tabla 6 se describe cada uno de los roles antes mencionados y su actividad en cada tarea del método propuesto.



**Tabla 6 Descripción de los roles que componen el método**

Rol	Descripción	Labores
<b>Jefe de Proyecto</b>	<p>Es el responsable de que se cumplan las metas y objetivos del proyecto en cada una de las tareas que componen el método.</p> <p>El jefe de proyecto debe contar con los conocimientos necesarios del dominio del proyecto y debe intervenir en las diferentes tareas con sus conocimientos, además de controlar el cumplimiento de estas.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Establecer las actividades.</li><li>2. Administrar los recursos.</li><li>3. Diseñar el perfil del usuario.</li><li>4. Crear una estructura de trabajo.</li><li>5. Crea un modelo de interacción.</li><li>6. Verificar que se cumplan cada una de las tareas y actividades de UIAAC.</li></ol>
<b>Experto en HCI</b>	<p>El experto en HCI se encarga de ver que los aspectos de usabilidad dentro del diseño y evolución de la interfaz se cumplan con el fin que el proyecto tenga éxito.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ayudar a los diseñadores a que se cumplan los principios de usabilidad.</li><li>2. Comprender como el entorno del usuario afecta a la interacción humano-computador.</li><li>3. Debe conseguir que la interacción sea eficiente, segura y efectiva.</li><li>4. Se encarga diseño de estructura o diseño conceptual, en conjunto del jefe del proyecto y el experto del dominio.</li><li>5. En conjunto con el diseñador con el diseñador se encargo.</li></ol>
<b>Ingeniero de Calidad</b>	<p>Se encarga de aplicar las normas de calidad según el diseño de la interfaz. También, debe interactuar con el usuario final, especialista en gerontología y el experto en el dominio AAC; con la finalidad de cumplir con los requerimientos establecidos. Además, el ingeniero de calidad debe contar con el conocimiento suficiente sobre la interacción humano computador para que el producto tenga éxito, y debe</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Asesorar a los participantes del diseño, para asegurar la calidad de los requerimientos.</li><li>2. Cumplir con los requerimientos de calidad (Usabilidad, Accesibilidad).</li><li>3. Comprender como el entorno del usuario afecta a la interacción humano-computador.</li></ol>



---

	<p>asegurar que se cumplan las “tres palabras de uso” que son (Dix et al., 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La interfaz debe ser útil, es decir que cumpla con su finalidad.</li><li>• La interfaz debe ser utilizable, es decir que sea fácil e intuitiva de usar.</li><li>• La interfaz debe ser usada, es decir usuario en este caso el adulto mayor quiera usar la interfaz.</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>4. Se encarga diseño de estructura o diseño conceptual, en conjunto del jefe del proyecto y el experto del dominio.</li><li>5. Evaluar los requerimientos y reportar deficiencias encontradas.</li></ol>
<b>Ingeniero de Requerimientos</b>	<p>Es el encargado de obtener, analizar, gestionar y evaluar los requerimientos del usuario final, y del proyecto. Debe ser capaz de identificar los requerimientos menos adecuados para su replanteamiento, además debe documentar los requerimientos especificados.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Recopilar los requerimientos, con ayuda del jefe de proyecto y especialista en gerontología.</li><li>2. Analizar, evaluar y validar los requerimientos para garantizar que sean los correctos.</li><li>3. Documentar los requerimientos finales.</li></ol>
<b>Diseñador de Interfaces</b>	<p>Debe definir los lineamientos visuales, aplicando bases teóricas, resultados del análisis del comportamiento de los usuarios y los requerimientos. Su principal objetivo es configurar la mejor experiencia posible para el usuario final.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definir los elementos visuales.</li><li>2. Diseñar las interfaces.</li><li>3. Construir el prototipo.</li></ol>
<b>Usuario Final</b>	<p>El usuario final, representa al adulto mayor que necesita e interactuará con la interfaz de AAC para cubrir su déficit de comunicación; para esto, se realiza un análisis de su estado actual (físico, mental, emocional).</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ser objeto de observación.</li><li>2. Probar el prototipo.</li></ol>
<b>Experto del Dominio de AAC</b>	<p>Aquella persona que posee conocimiento amplio sobre un tema determinado se considera como un experto de dominio; en este caso, el experto es la persona que conoce el tema de la comunicación aumentativa y alternativa; y sus diferentes subtemas como las herramientas, los componentes, las especificaciones propias de un usuario AAC, entre otros. El experto será el encargado de proporcionar la información necesaria para tener claro el dominio de la AAC.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Brindar información relevante para entender el dominio.</li><li>2. Definir el vocabulario acorde a los requerimientos.</li><li>3. Definir y elaborar los mensajes, en base a los requerimientos.</li><li>4. Seleccionar los criterios para elegir pictogramas adecuados.</li><li>5. Organización y disposición de pictogramas.</li></ol>

---

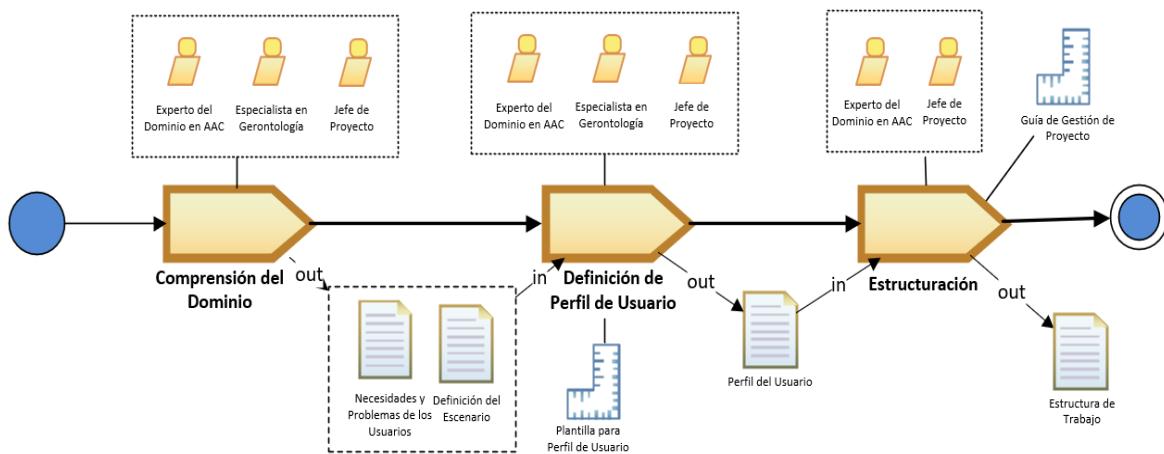


<b>Programador</b>	Se encarga de implementar la interfaz a un producto de software tangible, por lo cual debe cumplir con las tareas de la metodología de desarrollo de software a elegir en la tarea de implementación, por lo que deberá tener un amplio conocimiento en lenguajes de programación, base de datos, etc.	1. Implementar la interfaz. 2. Entregar la documentación producto final de la tarea de implementación.
<b>Ingeniero de Software</b>	Se encarga de hacer cumplir con las tareas de la metodología de software a ser usada en la última tarea del método propuesto. Además, de comprobar que el producto final cumpla con todos los requerimientos de software propuestos en las tareas anteriores.	1. Proponer métodos de desarrollo. 2. Gestionar la correcta implementación del producto final. 3. Proponer herramientas de desarrollo de software.
<b>Experto en Gerontología</b>	Los especialistas en gerontología son profesionales están capacitados para brindar sus servicios a adultos mayores en temas relacionados con el desarrollo del envejecimiento desde diferentes áreas de conocimiento: odontología, psicología, enfermería y el trabajo social que estudian y pueden recibir la certificación en gerontología. Esta disciplina científica aborda el proceso de envejecimiento en todas sus dimensiones: biológicas, psíquicas, sociales, económicas, legales, entre otras.	1. Definir el perfil del usuario. 2. Definir los escenarios de interacción. 3. Interviene en la selección de vocabulario y pictogramas.

#### **4.2.2. Tarea de alcance**

En esta tarea se debe combinar cual es la visión del proyecto y los resultados esperados a partir de una exploración, para derivar en un conocimiento amplio sobre cuales son la necesidades y problemas de los usuarios finales; y así poder crear un perfil de usuario capaz de orientar a todo el diseño. La tarea, trata de proveer las especificaciones de usuario, el escenario de interacción, los objetivos y limitaciones, y una estructura de trabajo. Para comprender esta etapa, se explica a continuación, cuáles son las subtareas y los distintos roles, guías y productos que conlleva su desarrollo, mismos que están representadas en la Figura 12.

Figura 12 Descomposición de la tarea de alcance



La subtarea de compresión del dominio sirve para brindar una visión sobre el entorno, además nos permitirá conocer y comprender sus aspectos relevantes. El experto de dominio deberá ser capaz de poner al tanto sobre el dominio a los demás participantes. De esta tarea se espera obtener las necesidades y problemas que presenta el usuario, y también, el escenario donde se llevará a cabo la interacción. En esta tarea participan: i) experto del dominio en AAC, ii) jefe de proyecto y iii) especialista de gerontología.

La subtarea de definición de perfil de usuario sirve para establecer las características más relevantes del usuario como: motivaciones, experiencia en el uso de tecnología, expectativas de la solución, acciones, etc. Además, servirá para la tarea de análisis y posteriormente de diseño. En esta tarea intervienen i) experto del dominio en AAC, ii) jefe de proyecto y iii) especialista de gerontología. Para elaborar el perfil, se hace uso de la plantilla para definir el perfil de usuario que se puede ver en el Anexo 2.

En la subtarea de estructuración, se debe planificar y definir las diferentes actividades y elementos de trabajo. En consecuencia, en esta subtarea se estructura una estrategia que permite ejecutar y completar las tareas que componen el método. El objetivo es permitir gestionar los recursos a ser usados, las actividades a cumplir y elementos de trabajo que se usarán en las siguientes tareas; en base a las necesidades y problemas obtenidos en las subtareas anteriores; y finalmente, proponer los objetivos y limitaciones del proyecto. Para llevar a cabo esta subtarea, intervienen únicamente i) experto del dominio en AAC y ii) jefe de proyecto.



#### **4.2.2.1. Roles de la tarea de alcance**

Los diferentes actores asumen roles que son las entidades activas y claves para la ejecución de los procesos. En esta tarea intervienen tres roles: i) experto del dominio en AAC, ii) jefe de proyecto y iii) gerontólogo.

##### ***4.2.2.1.1. Jefe del proyecto***

El jefe de proyecto abarca todo el rango de tareas involucradas en el ciclo de vida de un proyecto. Es el encargado de encabezar y dirigir todo el proceso de diseño; es un pilar fundamental para las tareas iniciales del método propuesto. Para ello, un jefe de proyecto debe contar con habilidades de gestión de proyectos con el fin de:

- Definir de tiempos para la construcción de la interfaz.
- Establecer equipos de trabajo.
- Definen los recursos y materiales para cumplir las diferentes tareas del método.
- Identificación de espacios de trabajo

##### ***4.2.2.1.2. Especialista en gerontología***

Los especialistas en gerontología son profesionales están capacitados para brindar sus servicios a adultos mayores en temas relacionados con el desarrollo del envejecimiento desde diferentes áreas de conocimiento: odontología, psicología, enfermería y el trabajo social que estudian y pueden recibir la certificación en gerontología. Esta disciplina científica aborda el proceso de envejecimiento en todas sus dimensiones: biológicas, psíquicas, sociales, económicas, legales, entre otras.

##### ***4.2.2.1.3. Experto en el dominio en AAC***

El experto en el dominio en AAC en base a las necesidades, problemas de los usuarios de la interfaz y su perfil de usuario debe determinar los objetivos y limitaciones de la interfaz, el mismo debe interactuar con el jefe de proyecto para determinar los recursos necesarios para el diseño de interfaz en posteriores tareas, entre las habilidades que debe poseer se tiene las siguientes:

- Limitar el dominio y hacerlo cada vez más específico al problema de comunicación que se busca apoyar mediante la AAC.
- Trabajo en equipo.
- Identificar necesidades y limitaciones de los adultos mayores en base al alcance del proyecto, con el fin de determinar los recursos y actividades a cumplir en las posteriores tareas del diseño.



#### 4.2.2.2. Guías para la tarea de alcance

##### 4.2.2.2.1. Guía de gestión de proyectos

Para estructurar un proyecto, se debe realizar una planificación. Bedini et al. (2005), proponen una estructura de proyecto con el siguiente contenido:

1. Descripción del proyecto
  - a. Nombre
  - b. Objetivos
  - c. Alcance
  - d. Restricciones
2. Organización del proyecto
  - a. Estructura orgánica
  - b. Responsabilidades
3. Entregables
  - a. Nombre del entregable
  - b. Responsable
  - c. Fecha de entrega
4. Calendario del proyecto
  - a. Estimaciones
  - b. Itinerario

##### 4.2.2.2.2. Plantilla para perfil de usuario

Para obtener un diseño centrado en el usuario, el diseño debe basarse en información real acerca de los usuarios objetivo del producto, con información específica que se puede obtener mediante métodos de investigación de usuarios. La plantilla donde se define el perfil del usuario se la puede observar en el Anexo 2 y cuenta con los siguientes elementos.

- Capa 1: La información mínima que debe de tener un perfil de usuario
  - Nombre.
  - Motivación y necesidades.
  - Escenarios.
- Capa 2: Haciendo énfasis en el detalle
  - Demografía.
  - Comportamientos.
- Capa 3: Personificación
  - Nivel de destreza tecnológica.
  - Background personal.
  - Fotografía.



#### **4.2.2.3. Productos de trabajo de las tareas de alcance**

En esta tarea se obtienen dos productos: el primer producto, son las necesidades y problemas de los usuarios, y el segundo, un perfil de usuario.

##### ***4.2.2.3.1. Necesidades y problemas de los usuarios***

Para entender el contexto y la situación que vive el usuario final, se debe tener claro cuáles son las necesidades que presenta y sus problemas. Los encargados en brindar esta información son el experto en el dominio de la AAC, el gerontólogo y el adulto mayor. Mediante la experiencia y el conocimiento adquirido por parte del experto de dominio y el gerontólogo, es posible conocer a fondo las trabas presentadas por el adulto mayor y el tipo de necesidad específica que presenta; además, el adulto mayor, será objeto de una observación que permitirá fijar las bases de la interfaz de usuario que se va a diseñar.

Los aspectos tomados en cuenta son: las necesidades, preferencias y adaptación a la tecnología por parte del usuario.

##### ***4.2.2.3.2. Perfil de usuario***

El perfil de usuario será el resultado del estudio del usuario y la comprensión de sus necesidades y problemas; para así poder establecer un conjunto de características clave (cognitivas, comportamentales, emocionales, etc.), que deriven en una caracterización de usuario más específica.

Esta caracterización es sumamente importante, porque es el núcleo de un diseño centrado en el usuario.

##### ***4.2.2.3.3. Definición del escenario***

Tener definido el escenario es indispensable para enmarcar el uso del producto o su necesidad de uso (Hassan, 2004). Conocer el lugar donde ocurren las acciones, es importante porque, permite que el proyecto este acoplado para una situación específica; además, es donde el usuario interactuará para cumplir un objetivo (Hassan, 2004).

##### ***4.2.2.3.4. Estructura del trabajo***

La estructura de trabajo define las actividades y cómo estas se van a agrupar y coordinar para guiar el proceso de diseño de la interfaz de AAC orientadas a adultos mayores. Además, define los grupos de trabajo, recursos y materias para las posteriores tareas del diseño; con el fin de optimizar los recursos y tiempo a invertir en estas. También se incluyen los objetivos y limitaciones, que buscan establecer cuál es la finalidad y qué es lo que se espera de la interfaz para la solución de AAC; estos

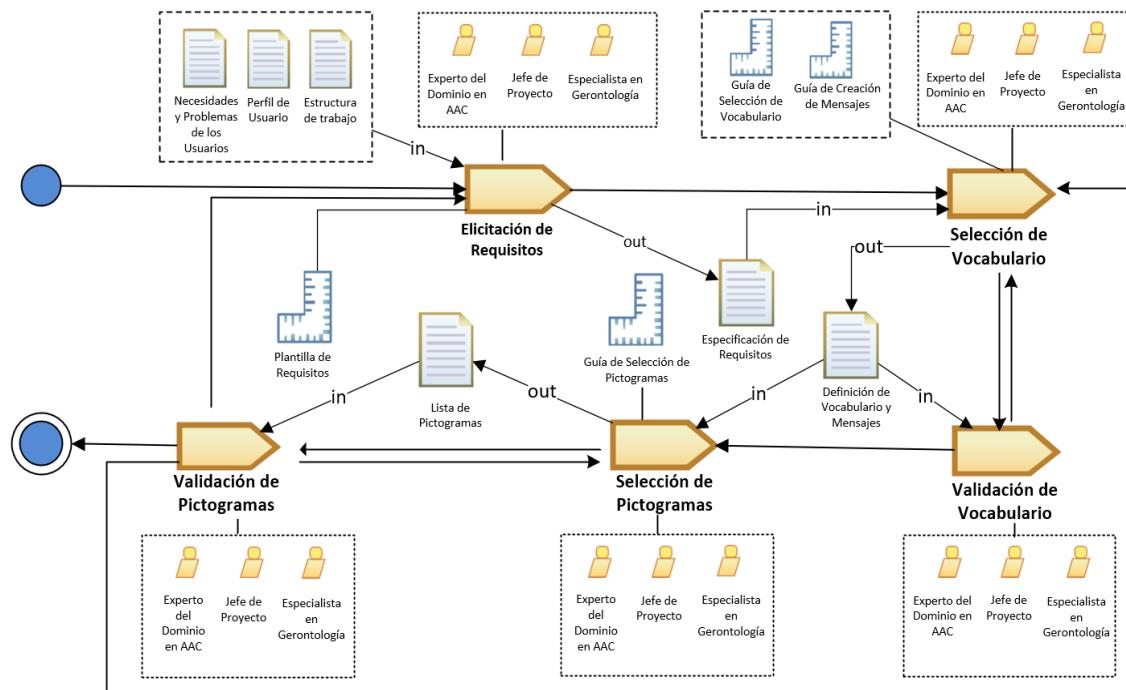
servirán de guía para determinar si el diseño cumple o no con lo esperado. Mientras que, las limitaciones son las diferentes restricciones que se deben tomar en cuenta para el diseño; estos están orientados tanto al usuario y la interfaz. La estructura de trabajo se define en base a la comprensión del dominio y debe ser guiado por las observaciones del experto del dominio en la AAC y construido por el jefe de proyecto.

#### 4.2.3. Tarea de análisis

En la tarea de análisis, es importante capturar, analizar y especificar los requerimientos de usuario; pero también, se considera que el análisis, selección y validación de vocabulario y pictogramas, son piezas clave para comenzar con el diseño de la interfaz. Esta tarea, no solo engloba aspectos relacionados con la elicitation de requerimientos, sino que, además contribuye con actividades para la selección y validación tanto del vocabulario, como de los pictogramas. Estas últimas, son de gran importancia para el método, ya que se consideran como aportes a una metodología de diseño centrada al usuario que se enfoca en el dominio de la AAC.

La tarea de análisis se compone de subtareas que son: elicitation de requerimientos, selección de vocabulario, validación de vocabulario, selección de pictogramas y validación de pictogramas, mismas que están representadas en la Figura 13.

Figura 13 Descomposición de la tarea de análisis





La subtarea de elicitación de requerimientos tiene como entrada los siguientes productos: las necesidades y problemas de los usuarios, el perfil de usuario, la estructura de trabajo; y también usa, la plantilla de requerimientos. Esta subtarea, comprende todo un conjunto de subtareas como: recolección, análisis, clasificación, verificación y validación de requerimientos. Sin embargo, su estructura es común en el proceso de la ingeniería de software, motivo por el que no se hace énfasis en la misma. De esta subtarea, se espera obtener una especificación de requerimientos acorde al dominio, los objetivos planteados y diagramas de afinidad, para categorizar y organizar la información obtenida. Toda la subtarea de elicitación esta soportada por: i) experto del dominio en AAC, ii) Ingeniero de software y iii) especialista en gerontología.

En la selección de vocabulario, es necesario comprender el escenario establecido y en conjunto con la especificación de requerimientos, poder elegir el vocabulario más apropiado para el contexto. Además, seleccionar los mensajes que el usuario va a usar, es de suma importancia porque, en eso se basa una buena interacción. En esta subtarea participan: i) experto del dominio en AAC, ii) Ingeniero de software y iii) especialista en gerontología. Sus entradas son los siguientes productos: la especificación de requerimientos, los diagramas de afinidad; y guías para la selección de vocabulario y generación mensajes. De esta subtarea se genera el producto denominado definición de vocabulario y mensajes.

Para la validación de vocabulario intervendrán: i) experto del dominio en AAC, ii) Ingeniero de software y iii) especialista en gerontología. La subtarea, tiene el fin de comprobar que el vocabulario y mensajes definidos es el correcto y en caso de no serlo se repite el proceso de selección. Como entrada se tiene la definición de vocabulario y mensajes.

En la selección de pictogramas, es importante conocer el vocabulario y mensajes acordes al dominio y escenario donde el usuario final se encontrará. Para esto, las entradas necesarias son los siguientes productos: especificación de requerimientos, escenario y definición de vocabulario y mensajes; además de la guía para la selección de pictogramas. Como salida, se obtendrá una lista de pictogramas acordes al dominio establecido. Participan: i) experto del dominio en AAC, ii) jefe de proyecto y iii) especialista en gerontología.

Finalmente, la validación de pictogramas consiste en corroborar que los pictogramas seleccionados son adecuados, expresivos y fáciles de entender; para que el usuario pueda comunicar sus necesidades, ideas y tareas, y que a su vez sean comprendidos por la persona a cargo de su cuidado. En esta subtarea intervienen: i) experto del dominio en AAC, ii) jefe de proyecto y iii) especialista en gerontología. En caso de que la validación no apruebe los pictogramas, se deberá



regresar a la subtarea de selección de pictogramas, e incluso, si aún no se obtiene el resultado esperado se deberá regresar a la subtarea delicitación de requerimientos.

#### **4.2.3.1. Guía en la tarea de análisis**

Para poder completar con éxito esta tarea, es indispensable contar con algunas guías que han sido propuestas a lo largo del tiempo. A continuación, se describe cada una de las guías que deberán ser usadas para la tarea de análisis.

##### **4.2.3.1.1. Plantilla de requerimientos**

Las plantillas de requerimientos se encuentran disponibles tanto para requerimientos funcionales y no funcionales. Los requerimientos son apropiados para comprender lo que quiere el cliente, analizando necesidades para especificar una solución sin ambigüedad. La correcta obtención de los requerimientos es uno de los aspectos más críticos de un proyecto software o parte de este como el diseño de interfaces (Pressman, 2002). A continuación, se detallan las plantillas que pueden ser usadas para la tarea delicitación de requerimientos:

- Plantilla para la especificación de requerimientos funcionales: describen lo que debe realizar y cómo funciona un sistema o producto de software. Estos requerimientos pretenden que el producto posea la capacidad de adaptación al usuario y que pueda brindar un servicio, usando la información almacenada. El esqueleto para documentar los requerimientos funcionales se puede observar en el Anexo 3.
- Plantilla para la especificación de requerimientos no funcionales: Los requerimientos no funcionales se refieren a características como: tiempo de respuesta, seguridad, entorno operativo, capacidad de almacenamiento y restricciones propias de un sistema como las representaciones de los datos (Sommerville et al., 2011). El esqueleto para documentar los requerimientos no funcionales se puede observar en el Anexo 4.

##### **4.2.3.1.2. Guía de selección de vocabulario**

La selección de un vocabulario adecuado se refiere a elegir las palabras o símbolos que están presentes en un tablero o dispositivo de comunicación. Existen dos tipos de vocabulario, el básico y un detallado; que son importantes para lograr la mejor interacción posible entre el usuario y su entorno (Fallon et al., 2001):

- Vocabulario básico: Palabras de uso común en una situación.
- Vocabulario detallado: Palabras específicas de un individuo / actividad.



Para una correcta selección de vocabulario, Fallon et al., (2001) proponen la siguiente técnica de selección:

- Hacer un inventario de los entornos y actividades en los que el usuario necesita comunicarse
- Uso de diarios de comunicación para rastrear y registrar las interacciones intentadas del usuario de AAC
- Revisar listas de palabras estándar para crear una lista de vocabulario básico (es decir, palabras de uso común en una situación).
- Compilar una lista de palabras y frases que se cree que son potencialmente útiles para la persona que usa AAC
- Usar marcos categóricos para identificar palabras de diferentes categorías como personas, lugares y sentimientos.

#### **4.2.3.1.3. *Guía para creación de mensajes***

Los mensajes son importantes para establecer un dialogo, para ello se ha tomado como referencia la guía para la elaboración de mensajes propuesto por LLorens (2003) usado en el sistema MINSPEAK (herramienta que accede al lenguaje y la voz y habla por el usuario). La elaboración de los mensajes debe seguir los siguientes lineamientos:

- Definir y seleccionar el entorno comunicativo
- Evaluar el entorno de comunicación Esto se da conociendo:
  - ¿Quién se ve implicado?
  - ¿Qué está ocurriendo?
  - ¿Qué materiales se están usando?
  - ¿Cuándo tiene lugar el diálogo?
  - ¿Dónde están hablando las personas?
  - ¿Por qué están hablando?
  - ¿Cómo se pueden mejorar las oportunidades?
- Escribir los mensajes

En la Tabla 7 se presenta la plantilla para poder analizar las situaciones y responder las cuestiones del punto anterior.

**Tabla 7 Plantilla para creación de mensajes**

Usuario de SAAC:	Fecha:			
Entorno/situación				
Personas/componentes:				
Materiales/soportes:				
Escena:				
Hora:	¿Qué está ocurriendo?	¿Qué hace el usuario?	¿Cómo responde el interlocutor?	Mensaje

#### **4.2.3.1.4. Guía de criterios para selección de pictogramas**

Seleccionar los pictogramas adecuados para la interacción, permitirá que el usuario comprenda mejor cual es la tarea a ser realizada. El comité español de representantes de personas con discapacidad ofrece una guía de criterios y recursos sobre pictogramas, misma que brinda una serie de recomendaciones para seleccionar pictogramas (Gobierno de Aragón, 2021). Entre las recomendaciones se encuentran la siguientes:

- Siempre que sea posible se deben utilizar pictogramas estándares.
- No deberían requerir de una capacitación específica para poder comprenderlos y usarlos.
- Hay que evitar una excesiva concentración de pictogramas, pues se convierten en "ruido visual" e impiden su uso.
- Hay que cuidar que reflejen la diversidad humana (en cuanto a sexo, capacidades, cultura...).
- Siempre que se diseñen nuevos pictogramas se deben validar; es decir, comprobar que se entienden y se perciben visualmente.

Existen algunas herramientas que permiten seleccionar de forma rápida y adecuada los pictogramas acordes a la situación, uno de ellos es la plataforma ARASAAC ofrece recursos gráficos y materiales, para facilitar la comunicación y la accesibilidad.

#### **4.2.3.2. Productos de trabajo de la tarea de análisis**

Los productos que se obtienen de la tarea análisis son: especificación de requerimientos, diagramas de afinidad, definición de vocabulario y lenguaje, lista de criterios para la elección de pictogramas.

##### **4.2.3.2.1. Especificación de requerimientos**

Como producto de la elicitación de requerimientos se obtiene un documento de requerimientos. Estos deben ser claros, sin ambigüedades, fáciles de entender, completos y



consistentes (Sommerville et al., 2011). En este documento, se incluyen tanto los requerimientos del usuario, como también una especificación detallada de los requerimientos del sistema.

A continuación, se define una estructura para el documento de requerimientos, que se basa en un estándar de la IEEE. Sommerville et al. (2011), extendió este estándar para incluir información de la evolución prevista del sistema, el cual debe contener:

- Prefacio
- Introducción
- Glosario
- Definición de requerimientos del usuario
- Arquitectura del sistema
- Especificación de requerimientos del sistema.
- Modelos del sistema (opcional)
- Evolución del sistema
- Apéndices
- Índice (opcional)

#### ***4.2.3.2.2. Definición de Vocabulario y Mensajes***

La salida de la tarea de validación del vocabulario y mensajes se compone por un documento donde se detalla el vocabulario a usar, según el dominio en el que se realizará la interacción con el sistema de AAC. Además, se detallará una lista de mensajes comunes que ayuden a sintetizar una idea; con el fin de aumentar las capacidades comunicativas del adulto mayor en situaciones particulares comunes, que estén previamente definidas por la tarea de elicitación de requerimientos.

#### ***4.2.3.2.3. Lista de pictogramas***

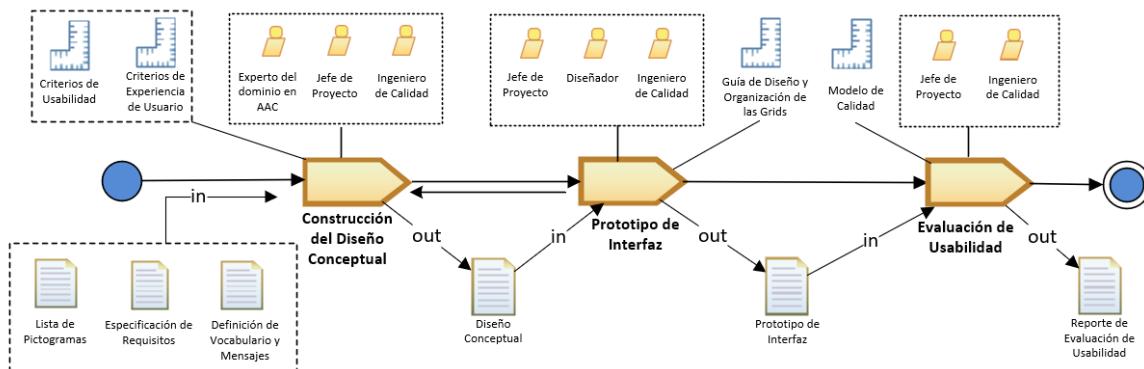
Una vez se tenga definido el dominio, lista de vocabulario y mensajes del sistema AAC se obtendrá un documento con los criterios de selección de pictogramas que se adapten a estos. Los criterios de selección de pictogramas ayudarán para el diseño o selección de estos en la tarea de diseño, por lo cual es importante definir y validar que los pictogramas aumenten la capacidad de comunicarse por parte del usuario sin necesidad de hacer uso del lenguaje verbal. Esta lista, contendrá todos los pictogramas a ser integrados en la interfaz.

#### 4.2.4. Tarea de diseño

La tarea de diseño requiere de una serie de subtareas, cuyo fin es elaborar un diseño de interfaz que comprenda todas las características, especificaciones y detalles previamente propuestos; para lograr la mayor aceptación posible en el marco de la evaluación y entrega. El diseño requiere de subtareas que comprenden desde un modelado, donde se obtiene los enfoques de organización de elementos; hasta el prototipado de la interfaz que se validará en la tarea de evaluación. Para ejecutar cada una de estas tareas, se necesita la intervención de: i) experto del dominio en AAC, ii) jefe de proyecto y iii) ingeniero de calidad, iv) diseñador de interfaces y v) especialista en gerontología. De esta tarea se espera obtener un prototipo de interfaz acorde a los requisitos, definición de vocabulario y mensajes, listado de pictogramas y criterios de usabilidad y accesibilidad, establecidos en las tareas previas.

El diseño comprende las siguientes subtareas: modelado, construcción de diseño conceptual, prototipado, mismas que están representadas en la Figura 14.

**Figura 14 Descomposición de la tarea de diseño**



Para la construcción del diseño conceptual, se utilizan los productos generados en la tarea de análisis. El diseño conceptual, hace referencia al resultado de las decisiones relativas al diseño, estructura de trabajo y el modelo de interfaz; y representa el esqueleto de una interfaz; además, identifica los objetos y acciones que deberán ser representados. Para elaborar el diseño conceptual intervienen i) experto del dominio en AAC y ii) jefe de proyecto.

El prototipo, representa la forma visual que se crea partir del diseño conceptual, y debe seguir los criterios de accesibilidad orientados a los adultos mayores. Esta subtarea es completamente iterativa y se lo realiza en conjunto con la subtarea de evaluación. Para diseñar el prototipo se necesita la intervención de i) ingeniero de calidad, ii) diseñador y iii) jefe de proyecto. Un prototipo, ayuda a



corroborar que el diseño esté conforme a los requerimientos previstos; de esta manera, se garantiza la satisfacción del usuario.

La evaluación de usabilidad consiste en evaluar la interfaz del prototipo y validar la calidad en cuanto a la usabilidad. Para esto, es necesario contar con algún modelo de calidad orientado a las interfaces gráficas. La finalidad de esta subtarea es comprobar que el prototipo diseñado cumpla con criterios de calidad, garantizando que la interfaz sea lo más usable posible.

#### **4.2.4.1. Roles en la tarea de diseño**

##### ***4.2.4.1.1. Ingeniero de Calidad***

El ingeniero de calidad participa en cada una de las subtareas del diseño, y debe asegurar que el diseño conceptual y el prototipo cumpla con los principios de usabilidad y accesibilidad. El ingeniero de calidad, debe proporcionar las bases metodológicas, teóricas y prácticas de la interacción humano computador, para el diseño y evaluación de interfaces gráficas; de manera que puedan ser utilizadas de forma eficiente, eficaz, segura y satisfactoria (Hassan, 2004). El ingeniero de calidad debe ser capaz de aplicar una evaluación de usabilidad que permita valorar la calidad del prototipo, para esto debe tomar como guía algún modelo de calidad y escoger los atributos más acertados para evaluar las interfaces.

##### ***4.2.4.1.2. Diseñador***

Un diseñador se encarga de elaborar los bocetos iniciales, basados en el diseño conceptual propuesto. Además, debe seguir los enfoques de organización y criterios de accesibilidad; de esta manera el boceto que posteriormente se convertirá en el prototipo, será adecuado para el usuario final. Un diseñador debe conocer el uso y funcionamiento de herramientas de prototipado, para ofrecer una serie de diseños de los cuales mediante una evaluación se escogerá el más apropiado, y que cumpla con los requerimientos y especificaciones planteadas.

#### **4.2.4.2. Guías de la tarea de diseño**

##### ***4.2.4.2.1. Criterios de usabilidad***

Existen algunos criterios de usabilidad que se pueden considerar para un diseño que cumpla con la calidad. Mascheroni y Greiner (2012) y Sastoque et al. (2016), proporcionan algunos de ellos, pero en esta sección se han incluido los más apropiados; que servirán como guía de diseño para los encargados del diseño del prototipo.



- **Facilidad de aprendizaje:** es la facilidad para aprender, entender la funcionalidad y cómo se comporta una solución tecnológica. También, define el tiempo que el usuario tarda en realizar una tarea específica sin ayuda (Sánchez, 2014).
- **Eficiencia:** rapidez del usuario para realizar las tareas, hasta alcanzar el rendimiento requerido, una vez aprendido a usar el sistema (Sánchez, 2014).
  - **Visualización:** es presentar de manera apropiada los elementos que conforman la interfaz visual. Entre algunos estándares y normativas para el diseño de interfaces adecuadas para el adulto mayor se encuentran (Sánchez, 2014):
    - ISO 19765 – Presenta iconos y símbolos orientados a adultos mayores y personas con discapacidad.
    - ISO 19766 – Presenta los requisitos de diseño para símbolos e íconos para adultos mayores y personas con discapacidad.
    - IEC TR 61997:2001: - Proporciona guías para las interfaces gráficas en equipos multimedia de uso general.
    - ISO 16071 - Pautas para el diseño de software accesible.
- **Retención sobre el tiempo:** se debe considerar que el usuario haya usado el sistema anteriormente, lo que puede influir en la disminución de la curva de aprendizaje (Sánchez, 2014)..
- **Manejo de errores:** proporciona soluciones para los errores que presenta el usuario en el uso, brindándole ayuda para recuperarse fácilmente de ese error (Sánchez, 2014).
- **Satisfacción:** nivel de impresión respecto a la interfaz por parte del usuario (Sánchez, 2014)..
- **Diseño iterativo:** enfocado en el diseño centrado al usuario, que establece un método iterativo para desarrollar una solución (Sánchez, 2014)..

#### **4.2.4.2.2. Criterios de accesibilidad**

Perdrix et al. (2003) proponen algunos criterios de accesibilidad, orientados a los adultos mayores; considerar estos criterios, permite crear una solución accesible para el usuario:

- **Accesibilidad física:** se debe considerar la interacción por medios tradicionales de entrada de datos como: el teclado, el ratón, pantallas táctiles o herramienta de entrada especiales. Por lo contrario, se deben considerar medios visuales y auditivos.
- **Accesibilidad cognitiva:** se debe considerar la complejidad de las tareas que el usuario realizará y otros aspectos como el idioma o discapacidades cognitivas.



- Accesibilidad auditiva, visual y motriz: Considerar todas las limitaciones que el adulto mayor presente; las siguientes pautas deben ser consideradas para asegurar la accesibilidad para las personas mayores (Arch, 2009).
  - **Tamaño del texto:** El tamaño del texto debe ser de tamaño considerable para su uso posterior, por lo que tienen que modificar la interfaz para que pueda ser vista correctamente.
  - **Tipo y estilo de texto:** El tipo de texto o estilo puede ser visto fácil o difícilmente por el adulto mayor, dependiendo de si este usuario tiene problemas de visión o no.
  - **Contraste y color:** El color y el contraste son esenciales para los adultos mayores, en el caso de los pictogramas, hay que acudir a la guía de diseño de las grids.
  - **Multimedia:** Dependiendo de la situación, se pueden añadir sonidos intuitivos, guiando a los usuarios a llevar a cabo las tareas fácilmente.

#### **4.2.4.2.3. Guía de organización y representación de pictogramas**

Es la manera en la que se organizarán y agruparán los diferentes pictogramas, para obtener una representación más adecuada para que el usuario pueda interactuar con la interfaz de una manera sencilla. El objetivo del enfoque es que los pictogramas AAC se organicen de forma que faciliten la búsqueda y selección. También Galitz (2007), recomiendan cumplir con algunas pautas de diseño, mismas que se presentan en la Tabla 8.

Existen varios enfoques para organizar representaciones en pantallas de cuadrícula, incluidas las organizaciones esquemáticas o de actividad, las taxonómicas, las organizaciones semántico-sintácticas, las presentaciones dinámicas de organización pragmática (*PODD - Pragmatic Organisation Dynamic Display*), las organizaciones alfabéticas, cronológicas y las idiosincrásicas que son exclusivas del individuo que usa AAC (Beukelman & Mirenda, 2013). La descripción de cada enfoque se encuentra en la Tabla 8.

**Tabla 8 Guía de organización y representación de la cuadricula de pictogramas**

Pautas de diseño	Descripción
Proporcionar títulos descriptivos y, cuando corresponda, subtítulos para las columnas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• No incluya dos puntos (:) después de los títulos</li></ul>
Organizar los datos o información que se introducirán de forma lógica y clara	<ul style="list-style-type: none"><li>• Junte información similar.</li><li>• Coloque la información más importante o de uso frecuente en la parte superior.</li><li>• Organizar la información de forma cronológica o secuencial.</li></ul>
Formato de cuadrícula	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proporcione sombra en filas alternas.</li><li>• Utilice fondos claros</li><li>• Evite el desplazamiento (Scroll).</li></ul>
Enfoques de organización y agrupamiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Pantallas de cuadrícula de actividades o esquemáticos:</b> los símbolos se organizan de acuerdo con el esquema de eventos dentro del día de la persona (por ejemplo, rutinas, actividades).</li><li>• <b>Representaciones de cuadrículas taxonómicas:</b> Implica la agrupación de símbolos de acuerdo con categorías superiores. Por ejemplo, un individuo puede tener una página o pantalla con todo el vocabulario de las personas, otro con vocabulario relacionado con lugares.</li><li>• <b>Pantallas de cuadrícula semántico-sintáctica:</b> Mapea los símbolos según el orden y / o uso de las palabras habladas, esta estrategia está destinada a facilitar el aprendizaje de idiomas.</li><li>• <b>Pantallas de cuadrícula cronológica:</b> organizadas según la secuencia cronológica de eventos. A menudo, estos incluyen una sola columna o fila (en lugar de una cuadrícula)</li></ul>

#### **4.2.4.2.4. Modelo de calidad**

Interpretan el grado con el que software satisface los requisitos del usuario, aportando un nivel de valor a sus actividades (International Organization for Standardization, 2020). Además de ser una herramienta que proporciona estándares y parámetros, brinda los pasos específicos para gestionar o validar un proyecto de TI (*IT – Information Technology*) (McMurtrey, 2013). Estos modelos presentan diversas características a evaluar, tales como la Confiabilidad, Fiabilidad, Seguridad entre otras. Sin embargo, para esta evaluación se debe centrar en la Usabilidad, la cual se entiende como la capacidad del software para ser aprendido, entendido y usado por parte del usuario en determinadas circunstancias y en un entorno específico (Abad et al., 2021).



#### **4.2.4.3. Productos de trabajo de la tarea de diseño**

##### **4.2.4.3.1. *Diseño conceptual***

Un diseño conceptual, identifica los componentes y elementos para la ejecución de las actividades analizadas, establece las relaciones, funciones de los componentes de la interfaz y determina sus acciones; para especificar posibles formas de interacción relativas al diseño de la interfaz gráfica. Representa un plano o esqueleto que permite comunicar desde un inicio, cómo funcionará la aplicación; además, brinda información de ayuda para decidir si son necesarios ajustes al modelo de interfaz. El diseño de un modelo conceptual es la herramienta utilizada para comunicar la intención de nuestro diseño.

- Identificación de componentes y elementos de la interfaz: El diseñador en colaboración con el experto de AAC y el jefe de proyecto, identifican todos los componentes que serán parte del prototipo de la interfaz (p. g: menús, botones, paneles, etc.)
- Funciones de los componentes: Determinar que función va a tener cada componente de la interfaz.
- Relaciones entre los componentes y elementos: Establecer como van a interactuar entre sí los componentes y sus elementos.
- Acciones y eventos: Determinar que evento se va a desencadenar como consecuencia de ejecutar alguna acción al interactuar con componente de la interfaz.

##### **4.2.4.3.2. *Prototipo***

El prototipo, es una representación visual del diseño conceptual y ayuda a corroborar que la interfaz se diseña conforme a los requerimientos previstos; de esta manera, se garantiza la satisfacción del usuario. Puede ser diseñado en diferentes herramientas, y su finalidad es ofrecer un producto visual de alto nivel, que pueda ser evaluado y aceptado para una posterior implementación. Normalmente es funcional, pero sus características son limitadas.

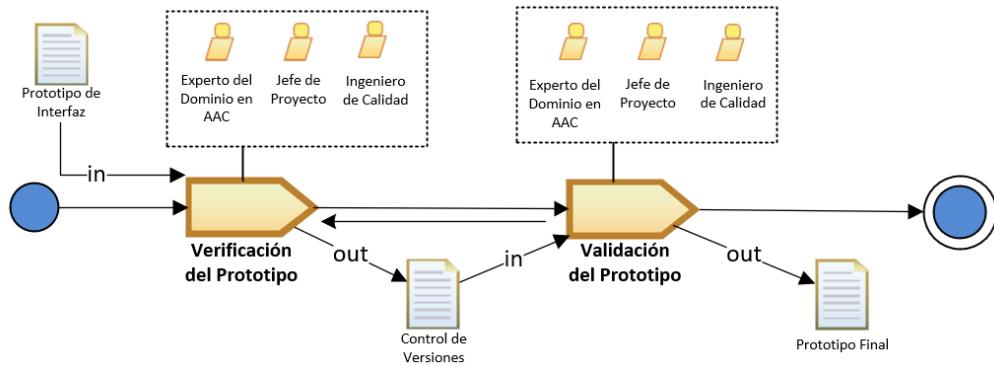
##### **4.2.4.3.3. *Reporte de evaluación de usabilidad***

Al aplicar cualquier tipo de cuasiexperimento para evaluar la usabilidad, se obtiene una serie de resultados que permiten conocer el nivel de calidad de la interfaz del prototipo diseñado. Este reporte contendrá los resultados y su interpretación de los cuales se puede optar por un rediseño del prototipo o a su vez continuar con la evaluación general.

#### 4.2.5. Tarea de evaluación de prototipo

Esta tarea comprende las tareas de verificación y validación del prototipo para asegurarse que el producto final sea el esperado. La Figura 15, muestra las subtareas, entradas y salidas propuestas.

Figura 15 Descomposición de la tarea de evaluación.



En la verificación intervienen el experto en el dominio, el ingeniero de calidad y el jefe de proyecto. Esta subtarea se centra en verificar que el prototipo satisfaga las especificaciones planteadas; se puede generar como salida un control de versiones para tener registro de todos los cambios y ajustes hechos en los prototipos. Entre las etapas a cumplir en esta subtarea se puede seguir las propuestas por Sastoque et al., (2016):

1. Definición de pruebas y protocolos para la verificación de la interfaz bajo el contexto de esta.
2. Realizar pruebas con los usuarios objetivos, para identificar y realizar posibles mejoras.
3. Evaluar la interfaz en el contexto de donde va a ser usada la interfaz.
4. Realizar las modificaciones finales, en caso de ser necesarios en base a la retroalimentación del usuario objetivos.

La validación se encarga de comprobar que el prototipo cumpla con las especificaciones de manera correcta; en caso de no ser así, se debe volver a realizar la tarea de diseño. Para corroborar esto, es necesaria la intervención del experto del dominio y el jefe de proyecto. Como salida, se puede tener versiones de prototipo y en caso de cumplir con la validación de forma exitosa, el prototipo se considera ideal para su implementación.

##### 4.2.5.1. Productos de trabajo de la tarea de evaluación

###### 4.2.5.1.1. Control de versiones

Por cada tarea de verificación es importante registrar y administrar los cambios realizados en cada nueva versión del prototipo. El control de versiones es un documento que guardará todos estos

cambios, de esta forma, será posible analizar y comparar cada nueva versión con las anteriores; de manera que se evidencie un progreso.

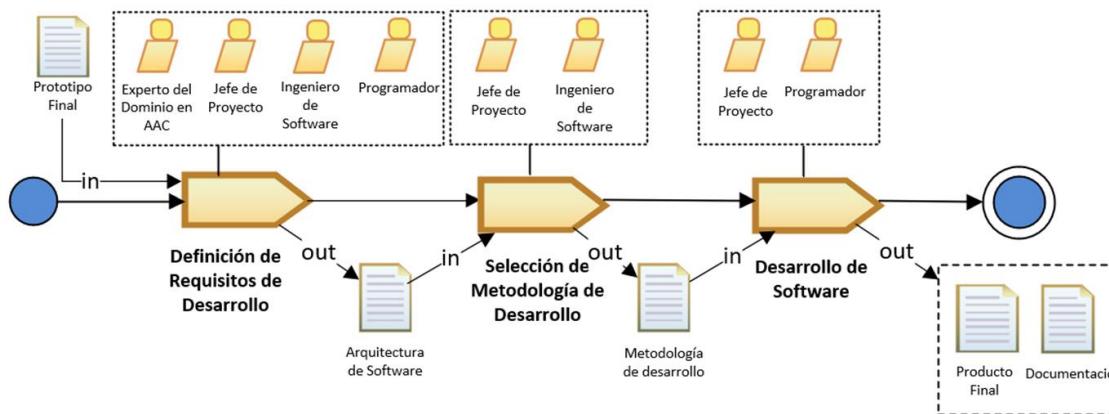
#### 4.2.5.1.2. *Prototipo final*

El prototipo final, se refiere a la última versión creada, este debe cumplir con todas las especificaciones y debe ser aprobado por los respectivos roles encargados en esta tarea. El prototipo final, será el punto de partida para la implementación de la interfaz.

#### 4.2.6. *Tarea de implementación*

La implementación, consiste en crear una interfaz funcional a partir del prototipo diseñado y validado en las tareas anteriores. En esta tarea se analiza las herramientas de desarrollo de software necesarias para realizar la implementación (p, ej., base de datos, APIs, controladores, entornos de desarrollo, marcos de trabajo, metodologías de desarrollo). Esto con la finalidad de conseguir un producto de software terminado y listo para ser usado por el usuario final de la herramienta AAC.

**Figura 16 Descomposición de la tarea de implementación**



Esta tarea se divide en tres subtareas: i) Tarea de requisitos de desarrollo; ii) Tarea de selección de metodología de desarrollo; iii) Tarea de desarrollo de software.

La subtarea de requisitos de desarrollo se compone del análisis de las herramientas de desarrollo necesarias para la implementación del prototipo final. Además, se analiza la creación de software aparte para la gestión de la interfaz AAC; con la finalidad de que el usuario se centre en usar la aplicación, y que las tareas de gestión y edición de la interfaz se las haga con software tradicional aparte. Entre posibles requisitos a obtener de esta subtarea están: base de datos, lenguajes de



programación, arquitecturas, frameworks de desarrollo, etc. Como salida de esta subtarea se debe obtener el diagrama de la arquitectura de la aplicación a desarrollar.

En la subtarea de selección de la metodología de desarrollo, el jefe de proyecto y el ingeniero de software deben definir el método de desarrollo que mejor se adapte al tiempo, presupuesto y equipo de desarrollo. Las posibles metodologías a usar, pueden ser métodos de desarrollo ágil o el tradicional método en cascada.

Finalmente, con la metodología seleccionada se procede al desarrollo de la aplicación AAC final y el software complementario necesario para que el sistema funcione correctamente y que cumpla con los requisitos obtenidos de la tarea de análisis del método propuesto.

#### **4.2.6.1. Roles en la tarea de implementación**

##### ***4.2.6.1.1. Ingeniero de software***

Es el encargado de asegurar la creación de software de calidad, todo esto en base a su conocimiento en diseño, métodos de desarrollo de software, herramientas de desarrollo, etc. Él está presente en todas las subtareas de la tarea de implementación, para asegurar que la construcción del software final cumpla con los requisitos de desarrollo y calidad necesaria para ser usado por el usuario final.

##### ***4.2.6.1.2. Programador***

Es el encargado de desarrollar la interfaz funcional, para ello debe conocer herramientas y métodos para una correcta implementación. También, debe documentar el código fuente para poder realizar posibles cambios. Las habilidades que conciernen a un programador son: entender el prototipo, trabajo en equipo e identificar pruebas de desarrollo para cumplir con los requerimientos.

#### **4.2.6.2. Productos de trabajo de la tarea de implementación**

##### ***4.2.6.2.1. Arquitectura de software***

La arquitectura de software se representa mediante un diagrama de alto nivel que ayude a los desarrolladores a visualizar la estructura y componentes del software final. Por ejemplo: Base de datos, servidores, estaciones de trabajo, etc.

##### ***4.2.6.2.2. Documentación***

- La documentación de usuario: debe estructurarse para diferentes niveles de usuario de acuerdo a sus conocimientos y experiencia; contiene el funcionamiento y cómo hacer uso del sistema, pero



no contiene detalles informáticos, ni administrativos. Debido a que los principiantes cometerán errores, la información fácilmente descubierta sobre cómo recuperarse de estos errores y reiniciar el trabajo útil, debe ser una parte integral de este documento.

- La documentación de sistema: incluye todos los documentos desde la especificación de requerimientos, hasta el documento que describe el diseño, implementación, etc. Todo esto con la finalidad de que el sistema se comprenda y mantenga (Sommerville et al., 2011).

#### ***4.2.6.2.3. Producto final***

El producto final, es la implementación funcional de la interfaz de usuario la cual debe tomar en cuenta todos los lineamientos, requerimientos y diferentes especificaciones planteadas en las tareas anteriores.

## Capítulo 5. Instanciación del método UIACC

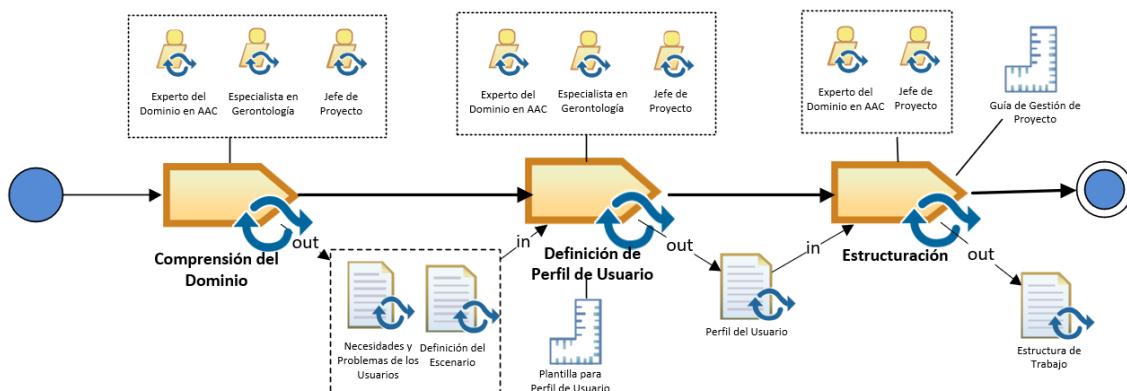
### 5.1. Construcción de un sistema AAC usando UIAAC

El objetivo de este capítulo está orientado al diseño de interfaces gráficas y la implementación de una aplicación web enfocada a las necesidades comunicativas de los adultos mayores, específicamente en el área cognitiva; con el fin, de proporcionar ayuda en la comunicación y toma de decisiones para adultos mayores que requieran expresar sus necesidades de alimentación y estado de ánimo.

#### 5.1.1. Tarea de alcance

La tarea de alcance está conformada por tres subtareas que son: comprensión del dominio, definición de perfil de usuario y estructuración. En esta sección se describe el proceso realizado en cada subtarea, también el desarrollo de los productos de trabajo y la aplicación de las distintas guías, que se observan en la Figura 17.

Figura 17 Tareas de alcance.



#### 5.1.1.1. Comprensión del dominio

Esta tarea, comprende el entender el dominio al cual la aplicación está enfocada. Se inició con una reunión en la que participaron el experto del dominio en AAC, el jefe de proyecto y el especialista en gerontología. Los temas considerados importantes fueron:

- Definición del ámbito de la comunicación aumentativa y alternativa.
- Objetivos de la AAC.
- Aplicaciones para casos parecidos.
- Introducción el método UIAAC



- Necesidades del usuario final.
- Escenarios

En la comprensión del dominio se debe documentar cuales son las necesidades y problemas específicos que presenta el usuario final. Además, se debe definir cuál es el escenario específico en el que el usuario presenta dificultad y en el cual se desplegará la solución.

#### **5.1.1.1.1. Necesidades y problemas de los usuarios**

Comprender el dominio, permite identificar cuáles son las necesidades y problemas que el usuario presenta. En este caso a partir de una conversación y análisis fue posible establecer las siguientes necesidades y problemas:

- Necesidades:
  - Comunicar correctamente el alimento que prefiere en ese instante.
  - Expresar su estado de ánimo.
- Problemas
  - El usuario no es capaz de comunicar por sí solo, cuál es el alimento que desea. Por lo que necesita tener opciones visibles de las cuales podrá escoger una o varias.
  - No puede expresar cuál es su estado de ánimo, lo que conlleva a una frustración. Igual que en el caso anterior necesita de opciones para poder escoger una de ellas e indicar como se siente en ese momento.

#### **5.1.1.1.2. Definición del escenario**

Entender el escenario, permite comprender la situación específica donde el usuario hará uso de la aplicación. En este caso, el usuario hará uso de la aplicación dentro de su hogar y en lugares como la cocina, sala y dormitorio; lugares donde puede surgir la necesidad de comunicar qué alimentos desea o transmitir su estado de ánimo.

#### **5.1.1.2. Definición de perfil de usuario.**

Para comprender de mejor forma al usuario, es importante definir un perfil específico en el cual se expongan, cuáles son sus características más relevantes; para ello es necesario que intervengan el experto del dominio, especialista en gerontología y el jefe de proyecto. El perfil de usuario se estructuró de acuerdo a la plantilla de perfil de usuario definido en las tareas de alcance y contiene la siguiente información:



- Demografía: El usuario es dependiente de otra persona para comunicarse, su edad es de 62 años, vive solo y no tiene profesión.
- Conocimiento de tecnología: El usuario tiene capacidad de usar un dispositivo móvil a partir de un previo entrenamiento.
- Información personal: El usuario presenta discapacidad intelectual, por lo que, presenta déficits en el funcionamiento intelectual, tal como en el razonamiento, solución de problemas, planificación, pensamiento abstracto, toma de decisiones, aprendizaje por la propia experiencia.
- Motivaciones: Poder expresar sus necesidades y reflejar su estado de ánimo.
- Objetivo: Comunicar adecuadamente mediante el uso de la interfaz AAC, sus preferencias alimenticias y estados de ánimo.
- Características: Usará la interfaz para observar los pictogramas y navegar entre los diferentes paneles.
- Acciones: Seleccionará entre una lista de pictogramas, el pictograma adecuado para la situación. Podrá escoger en el menú las opciones, sobre alimentación y estados de ánimo.
- Escenario: Momento en el cual el usuario necesita alimentarse, por lo que podría estar cerca de los alimentos (cocina), y de esta manera poder escoger el alimento deseado. Seguido el usuario puede comunicar cuál es su estado de ánimo, luego de escoger sus alimentos o en cualquier situación.

El perfil correspondiente al usuario objetivo se encuentra detallada en la Figura 18.

*Figura 18 Perfil de usuario detallado*

### Perfil de usuario



**Demografía**

- El usuario depende de otra persona para comunicarse
- Vive solo

**Tecnología**

- Tiene la capacidad de usar un dispositivo móvil o tablet, con entrenamiento previo.

**Condición**

El usuario tiene discapacidad intelectual; por lo tanto, presenta déficits en su funcionamiento intelectual, como en el razonamiento, resolución de problemas, planificación, pensamiento abstracto, toma de decisiones, aprendizaje a través de la experiencia.

**Características**

- Usar la interfaz gráfica para observar los pictogramas, navegar e interactuar.

**Objetivos**

- Poder comunicarse correctamente mediante el uso de la interfaz AAC, sus preferencias alimentarias y estados de ánimo

**Acciones**

- Seleccionar de un listado de pictogramas, el más apropiado para la situación
- Escoger entre las diferentes opciones disponibles en el menú

**Escenario**

- Momento en el que el usuario necesita alimentarse, por lo tanto debe escoger la comida disponible (cocina). Seguido puede comunicar su estado de ánimo.

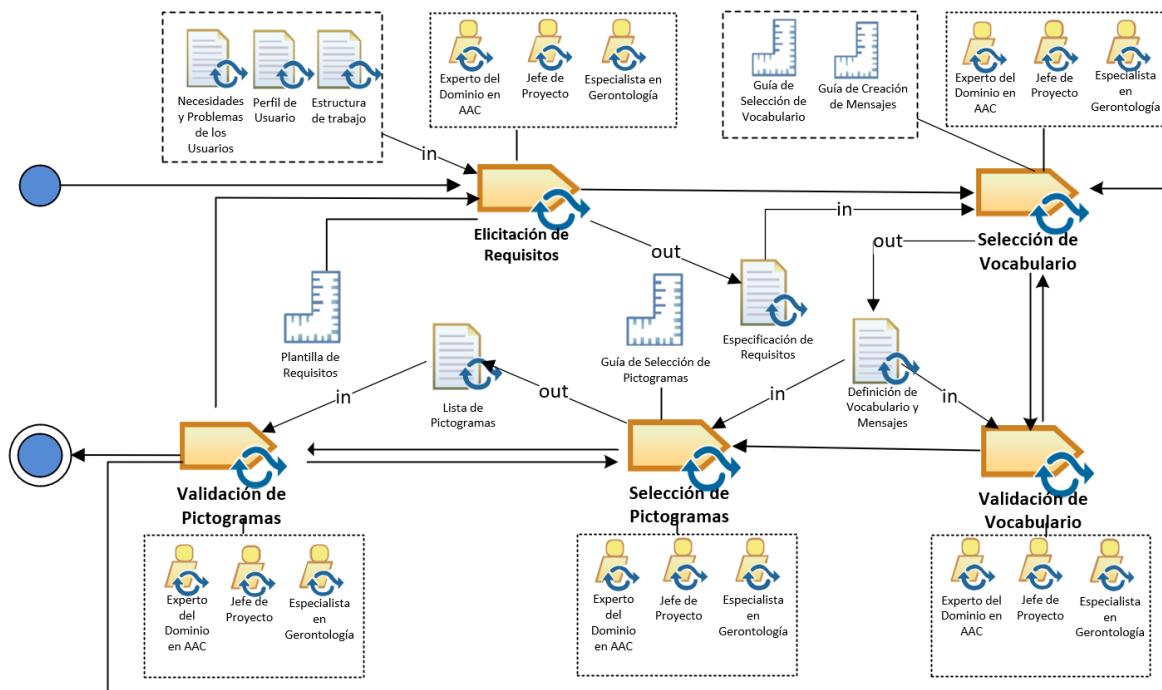
### 5.1.1.3. Estructuración

Proporcionar características y quienes serán los responsables de las actividades clave del proyecto, permite que su desarrollo se lleve de una forma más organizada; facilitando el cumplimiento efectivo de cada tarea. Por esto, es importante crear una estructura de trabajo, en este caso, debe ser estructurada por el experto del dominio en AAC y el jefe de proyecto quienes, mediante una reunión fijarán los elementos más importantes. Para ello, se sigue la guía de plan de proyecto expuesta en la tarea de alcance, el documento de estructuración de trabajo se encuentra en el Anexo 5.

### 5.1.2. Tarea de análisis

Una vez realizados la comprensión del dominio, el análisis de la persona y su condición; se procede a realizar la tarea de análisis que comprende las tareas de: elicitation de requerimientos, selección de vocabulario y mensajes, selección de pictogramas. En esta sección se describe las actividades realizadas dentro de cada subtarea, así como el desarrollo de los productos de trabajo y la aplicación de las distintas guías, lo que se puede ver en la Figura 19.

Figura 19 Tarea de Análisis





### **5.1.2.1. Elicitación de requerimientos**

Esta tarea comprende, una serie de subtareas que comprenden desde la recolección de requerimientos hasta la elaboración de un documento de especificación de los mismos. Para completar esta tarea se necesita la intervención del ingeniero de requerimientos, experto en el dominio AAC, especialista en gerontología y el jefe de proyecto; que, en conjunto identificarán los requerimientos tanto funcionales como no funcionales de la interfaz. Los requerimientos más relevantes se consideraron en base a un diseño centrado al usuario:

#### **5.1.2.1.1. Plantilla de requerimientos**

La plantilla usada para la recolección y especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales, la plantillas para documentar estos requerimientos se la puede ver en el Anexo 3 y Anexo 4.

#### **5.1.2.1.2. Documento de especificación de requerimientos**

Contiene la definición formal de los requisitos que se deben considerar al momento del diseño de la interfaz; aquí se incluyen los objetivos, requerimientos funcionales y no funcionales. Este documento se encuentra detallado en el Anexo 6.

### **5.1.2.2. Selección de vocabulario y mensajes**

Una vez obtenidos los requerimientos se procede a seleccionar el tipo de vocabulario más adecuado para el dominio. El experto del dominio y especialista en gerontología se encargan de seleccionar el tipo de vocabulario acorde a las necesidades del usuario y guiados con los requerimientos planteados.

#### **5.1.2.2.1. Guía de selección de vocabulario**

Esta guía contiene la información necesaria para que los encargados de seleccionar el vocabulario puedan orientarse, escoger adecuadamente el vocabulario y crear el documento de definición de vocabulario. Entre las consideraciones de vocabulario tomadas en cuenta para este caso están la siguientes:

- Definir el entorno y las actividades relacionadas, por ejemplo:
  - Entorno: solicitar alimentos – Actividad: El usuario comunica que desea alimentarse.
- Seleccionar palabras de uso común de acuerdo con la situación, en este caso alimentación, acciones y estados de ánimo; por ejemplo:
  - Alimentos: Manzana, Acción: Querer, Estado de ánimo: Feliz



#### **5.1.2.2.2. Definición de vocabulario**

Este documento presenta todo el proceso seguido para seleccionar el vocabulario que la interfaz va a incorporar, el mismo se encuentra detallado en el Anexo 7.

#### **5.1.2.3. Validación de vocabulario**

Una vez obtenido el documento con el vocabulario seleccionado, el experto del dominio, especialista en gerontología y experto del dominio se encargan de validar que el contenido sea el adecuado y que englobe todas las posibles acciones, alimentos y estados de ánimos que el usuario pueda realizar, necesitar o presentar. En caso de que el vocabulario se encuentre incompleto o que no sea el ideal, se procede nuevamente a la selección de vocabulario.

#### **5.1.2.4. Selección de pictogramas**

Para seleccionar los pictogramas se deben seguir las recomendaciones que la guía de selección de pictograma nos proporciona. Estas recomendaciones son revisadas por el experto del dominio, especialista en gerontología y jefe del proyecto, quienes de acuerdo a lo establecido elegirán un listado de pictogramas acorde al dominio y necesidades del usuario.

##### **5.1.2.4.1. Guía de selección de pictogramas**

Esta guía proporciona algunas consideraciones generales para elegir adecuadamente los pictogramas que se incorporarán en la interfaz. Entre las consideraciones se encuentran las siguientes:

- Siempre que sea posible se deben utilizar pictogramas estándares: El centro Aragonés para la AAC, proporciona una plataforma web, en la cual se puede elegir pictogramas orientados a los adultos mayores, mismos que han sido diseñados específicamente para este grupo poblacional. Estos pictogramas se consideran como estándar para su uso e incorporación en soluciones AAC.
- Hay que cuidar que reflejen la diversidad humana (en cuanto a sexo, capacidades, cultura...).

##### **5.1.2.4.2. Lista de pictogramas**

Los pictogramas se han ido seleccionando de acuerdo a la guía presentada, el listado de pictogramas seleccionado y organizado se encuentra en el Anexo 7.

#### **5.1.2.5. Validación de pictogramas**

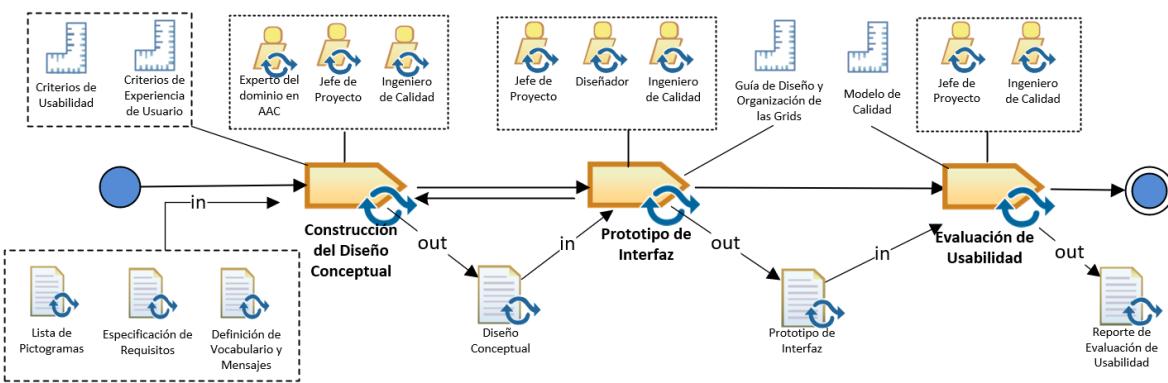
Una vez obtenido el listado de pictogramas, este pasa por una evaluación en la que el experto de dominio, especialista en gerontología y jefe de proyecto se encargan de comprobar que los

pictogramas satisfagan todas las posibles interacciones y opciones que el usuario puede necesitar. En caso de que algún pictograma no se adecuado se procede a una nueva selección.

### 5.1.3. Tarea de diseño

La tarea de diseño de la interfaz está representada en la Figura 20, donde se puede observar dos tareas que son: la construcción del diseño conceptual y el prototipo de la interfaz, que contiene roles, guía y productos de trabajo especificados a continuación.

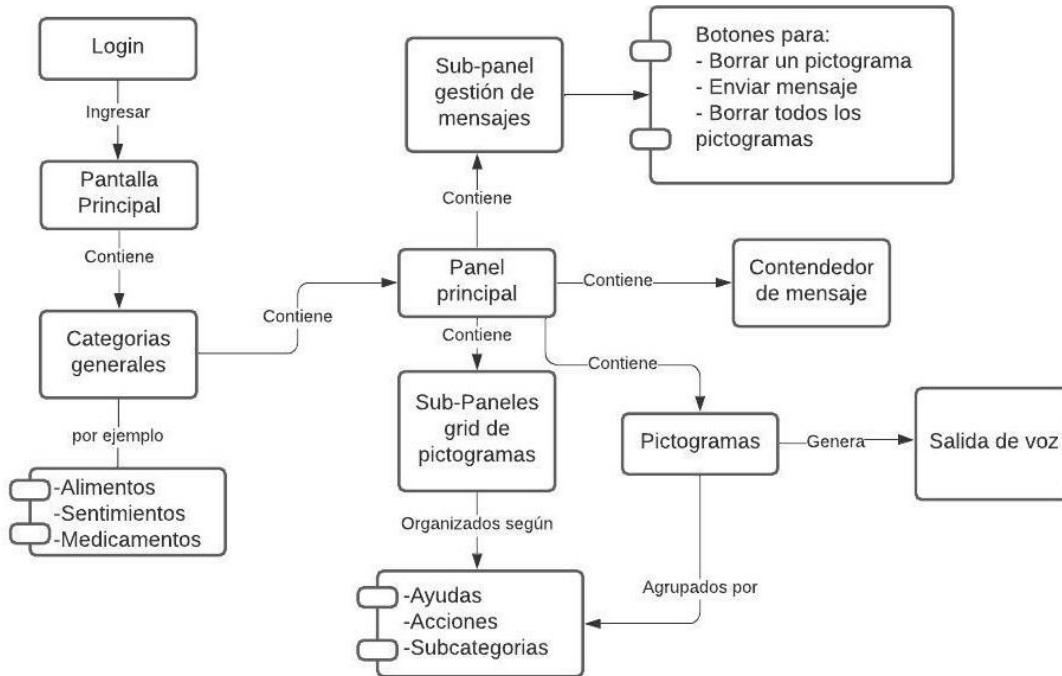
Figura 20 Tarea de Diseño



#### 5.1.3.1. Construcción del diseño conceptual

En esta tarea, el jefe de proyecto, diseñador e ingeniero de calidad analizaron los productos de trabajo entrantes que son el documento de especificación de requerimientos, la definición de vocabulario y listado de pictogramas; con el fin elaborar un diseño de tipo conceptual el cual contiene todos los elementos y relaciones que la interfaz va a integrar. Además, el ingeniero de calidad consideró los criterios de usabilidad y accesibilidad para que la interfaz a diseñar esté acorde a los requerimientos planteados. El diseño conceptual se presenta en la Figura 21.

Figura 21 Diseño conceptual de la interfaz gráfica a diseñar



#### 5.1.3.1.1. Criterios de accesibilidad y usabilidad

Los criterios mencionados en la guía de criterios de usabilidad se han considerado para que la interfaz diseñada sea de calidad. Entre los criterios considerados se encuentran los siguientes: facilidad de aprendizaje, visualización y satisfacción.

En cuanto a la accesibilidad, se han considerado la accesibilidad física, accesibilidad cognitiva y la accesibilidad auditiva, visual y motriz. Esta última es de suma importancia debido a que establece las pautas orientadas a los adultos mayores.

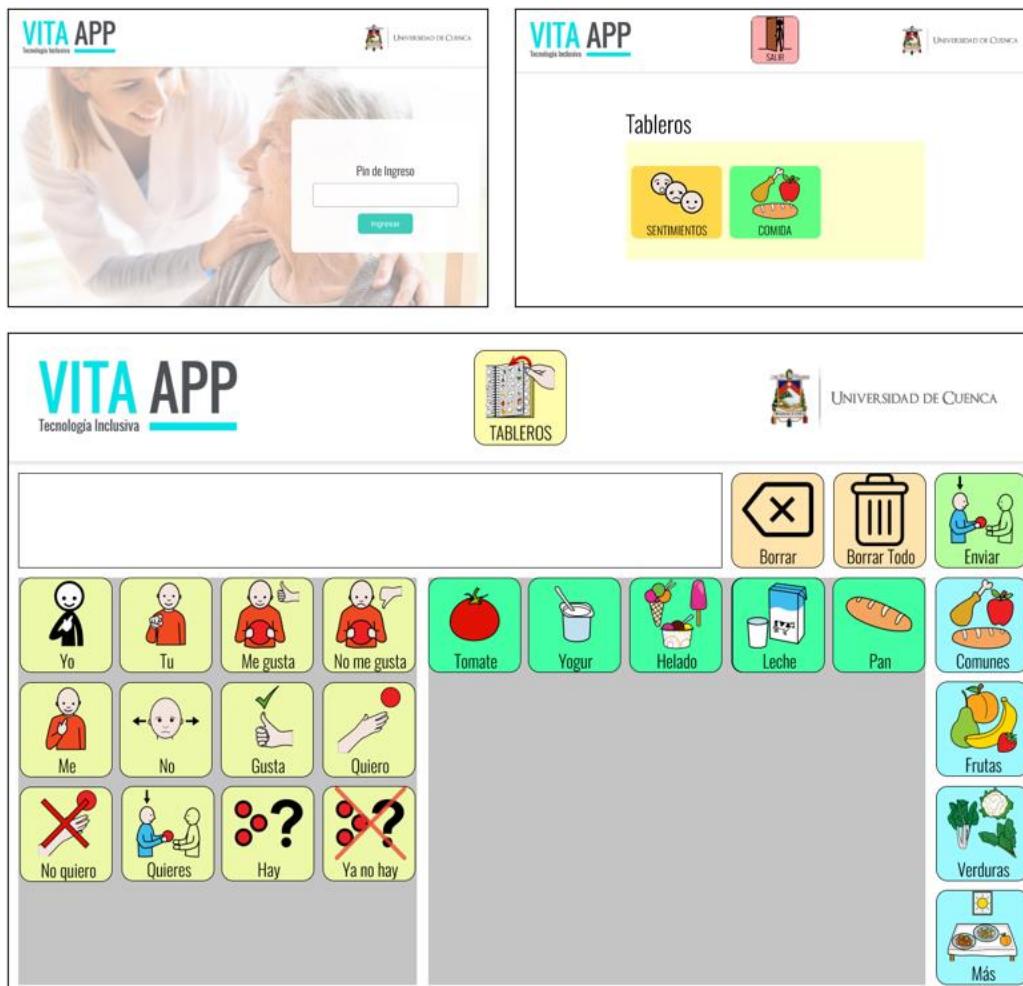
#### 5.1.3.2. Diseño del prototipo

Una vez juntadas todas las especificaciones y terminadas con éxito las tareas previas, se procedió a diseñar un prototipo funcional el cual representa la forma visual del sistema a desarrollar. Para el diseño del prototipo se ha usado una herramienta web llamada *Figma*, herramienta muy completa e interactiva que permite realizar de forma fácil los diseños de las interfaces. Además, *Figma* permite añadir funciones e interacciones entre los diferentes componentes de la interfaz, para simular un sistema final funcional. El prototipo diseñado se lo puede observar en la Figura 22 (Prototipo completo en *Figma* ver Anexo 23 literal a.).



Es importante recalcar que para diseñar las interfaces y el prototipo funcional se han seguido paso a paso las tareas planteadas en el método AAC. En la siguiente sub tarea se evalúa la calidad de la interfaz correspondiente a la usabilidad presentada para finalmente realizar una verificación y validación del prototipo en cuanto a la especificación de requerimientos.

*Figura 22 Prototipo de la interfaz diseñada en Figma*



#### *5.1.3.2.1. Guía de diseño y organización de las grids.*

Dependiendo del contexto y dominio al cual va orientado el prototipo, es importante considerar las diferentes formas de organizar las grids o cuadriculas con los pictogramas; además de tomar en cuenta cómo se debe diseñar este tipo de pantallas. Para esto es necesario recurrir a la guía de organización de grids que se puede ver en la Tabla 8. En este caso en particular se ha optado diseñar una cuadrícula taxonómica, que organiza los símbolos de acuerdo con una categorización superior.

### 5.1.3.3. Evaluación de usabilidad

Los involucrados del proyecto han considerado pertinente evaluar la usabilidad del prototipo diseñado, para el cual se ha aplicado un cuasiexperimento, que incorpora un modelo de calidad; cuya validez se encuentra soportada en el capítulo 6 de este documento, donde se presenta un cuasiexperimento dirigido a Ingenieros de Calidad.

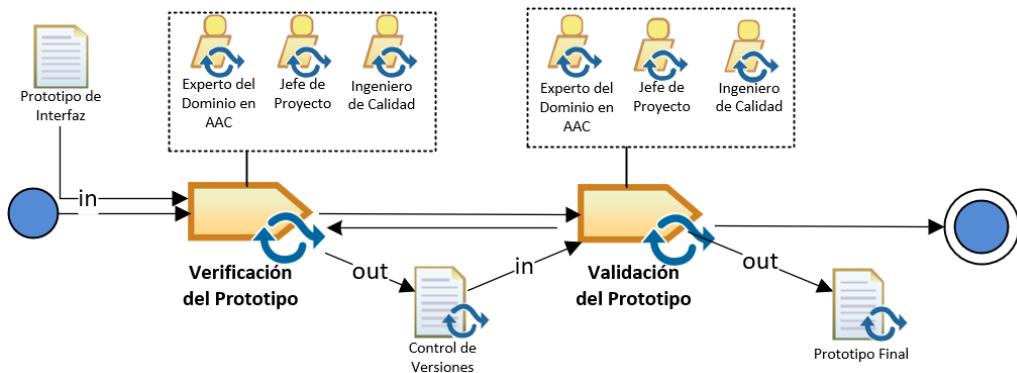
Se ha concluido que el método de evaluación de la usabilidad mediante el cuasiexperimento resulta como fácil de usar, útil y destinado a ser utilizado en el futuro para la evaluación del diseño de interfaces. El cuasiexperimento ha proporcionado diferentes resultados relacionados a los atributos de calidad, los mismos que se presentan en la sección 6.4.

#### 5.1.3.3.1. *Modelo de calidad*

El modelo de calidad seleccionado para evaluar la usabilidad, es el propuesto por Abad et al. (2021), que incorpora criterios de calidad orientados a evaluar la calidad de sistemas ACC. Se consideró adecuado este modelo, ya que contiene atributos de calidad precisamente para evaluar la interfaz gráfica de un SAAC. Los atributos seleccionados se encuentran detallados en la sección del cuasiexperimento aplicado a los ingenieros de calidad.

### 5.1.4. Tarea de evaluación

**Figura 23 Tarea de Evaluación**



En la tarea de evaluación se realizaron las tareas de verificación y validación del producto. Esta tarea es iterativa y según los resultados de la verificación se plantea si es necesario realizar cambios en el diseño. En consecuencia, por cada cambio realizado se crea una nueva versión de prototipo, hasta obtener un prototipo final.



#### 5.1.4.1. Verificación

En la verificación del producto el experto del dominio, el ingeniero de calidad y el jefe de proyecto observaron que se hayan considerado todos los requerimientos iniciales.

De acuerdo con el método, en esta tarea se pueden aplicar pruebas para evaluar el prototipo, en este caso se optó por aplicar un caso de estudio, que es parte del artículo presentado en el Anexo 20. En esta tarea el objetivo del caso de estudio fue evaluar el prototipo con los psicólogos clínicos y usuarios finales de las interfaces.

En este contexto las preguntas de investigación fueron: i) ¿Cómo percibe el psicólogo la utilidad clínica de la solución?; ii) ¿Cómo percibe el usuario final la utilidad de la solución? El método del caso de estudio es holístico-multiple.

Los resultados obtenidos de esta evaluación fueron los siguientes:

- El psicólogo clínico y el adulto mayor mencionan que la solución de interfaz es fácil de entender.
- Consideran que este aporte tecnológico puede reducir el tiempo y el esfuerzo de comunicación.
- Los evaluados consideran que el prototipo es un insumo útil ya que permite la comunicación del paciente; por lo tanto, podría usarse en el futuro.

##### 5.1.4.1.1. Control de versiones

En la Tabla 9 se observa el control de cambios en el prototipo. El único cambio generado fue en la organización de los pictogramas, ya que la organización inicial no cumplía con las especificaciones iniciales; por consiguiente, se replanteó una nueva forma de organizar y diseñar la grid y con la ayuda de la guía en la sección de diseño, se logró cubrir este problema.

Tabla 9 Tabla de control de versiones

Versión	Fecha	Modificación
V1	15/04/2021	Organización y diseño de la grid.
V2	21/04/2021	Aumento de tamaño de los pictogramas en la grid.

#### 5.1.4.2. Validación

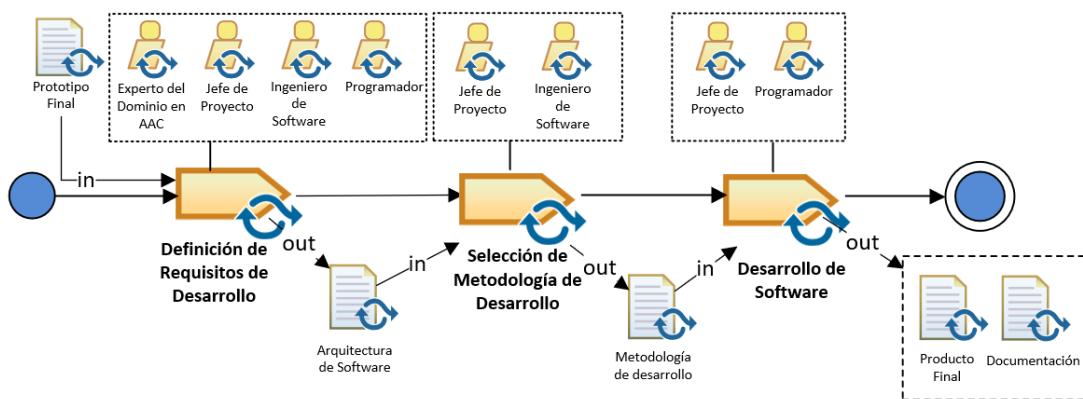
Finalmente, en la primera validación del producto se hizo una valoración del prototipo diseñado por parte del experto en el dominio de AAC con el jefe de proyecto; quienes han sugerido un cambio en la organización y diseño de la grid, para lo cual se tuvo que volver al inicio de la tarea de diseño para ser analizado por los responsables de esta tarea. Una vez realizados estos cambios se finalizó la tarea, agregando la evaluación mediante un caso de estudio, dando como resultado un

prototipo final acorde a las especificaciones y cambios planteados. Se concluye que el prototipo es adecuado para adaptarlo en un sistema completamente funcional, dando paso a la tarea de implementación.

### 5.1.5. Tarea de implementación

En la última tarea del método para creación de interfaces gráficas, se planteó la creación de un sistema web, el cual implemente el prototipo desarrollado y validado en las tareas anteriores; para esto se tomó la decisión de crear un sistema web capaz de permitir crear interfaces graficas AAC a cualquier persona con acceso a internet y que tenga bajo su cuidado adultos mayores que puedan sufrir algún problema de comunicación. El nombre dado a este sistema es VitaApp el cual busca que cualquier persona sin conocimientos de desarrollo pueda crear una interfaz gráfica AAC, para ser usada por uno o varios adultos mayores.

Figura 24 Tareas de implementación



Para el desarrollo de VitaApp se siguió las subtareas del método UIAAC propuesto en la tarea de implementación (ver Figura 24), el cual se detalló en la sección 4.2.6. El desglose de esta tarea se detalla a continuación.

#### 5.1.5.1. Tarea de requisitos de desarrollo

En esta tarea se decidió crear el sistema Web VitaApp el cual se compone de una arquitectura cliente-servidor que se comunica mediante microservicios, que se divide en tres aplicaciones web VitaApp Admin, VitaApp Carer, VitaApp Elderly y un servidor central VitaApp Server.

##### 5.1.5.1.1. VitaApp Admin

VitaApp Admin, es una aplicación web orientada a los expertos del dominio en AAC, los cuales con su conocimiento pueden ingresar pictogramas los cuales sean categorizados y agrupados

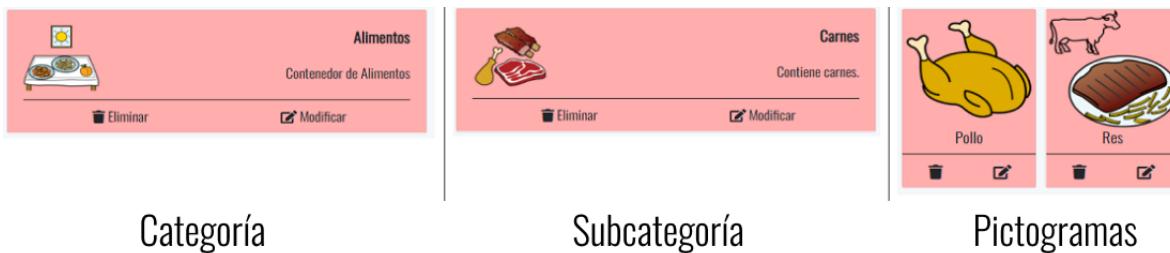


de forma que puedan ser usados por un usuario normal (p, ej., cuidadores, enfermeros, familiares, personas que trabajen con adultos mayores) y que por medio de ellos puedan crear sus propias interfaces AAC y que sean adaptadas al adulto mayor bajo su cuidado.

Entre las características del sistema para administradores se tiene:

- Posibilidad de obtener datos estadísticos de los cuidadores y adultos mayores que usen la aplicación.
- Operación CRUD sobre los pictogramas que se ingresen al sistema. La Figura 25 se muestra la categorización de los pictogramas en tres niveles jerárquicos: i) Categorías: es una jerarquía que representa agrupaciones de objetos de la vida real (p, ej., categoría: alimentos); ii) Subcategorías: estas representan como la categoría padre se subdivide en subcategorías (p, ej., categoría: alimentos → subcategorías: frutas, carnes, lácteos, ...); iii) Pictogramas: son los grupos que representan a una subcategoría (p, ej., subcategoría: carnes → pictogramas: carne de res, carne de pollo, ...).
- Operaciones CRUD sobre los pictogramas de ayuda, los cuales sirven para dar sentido al mensaje permitiendo al usar expresar sentimientos, deseos, aprobación, desaprobación, etc. Ejemplos de estos se pueden ver en la Figura 26.

Figura 25 Categorización de los pictogramas dentro de la aplicación VitaApp



Categoría Subcategoría Pictogramas



#### 5.1.5.1.2. VitaApp Carer

VitaApp Carer es una aplicación orientada a las personas que tienen bajo su cuidado a adultos mayores, los cuales cuenten con algún problema de comunicación o que sean independientes, pero se desea que puedan tener una opción para formar mensajes por medio de pictogramas y que estos sean recibidos la persona que los cuida. Esta aplicación:



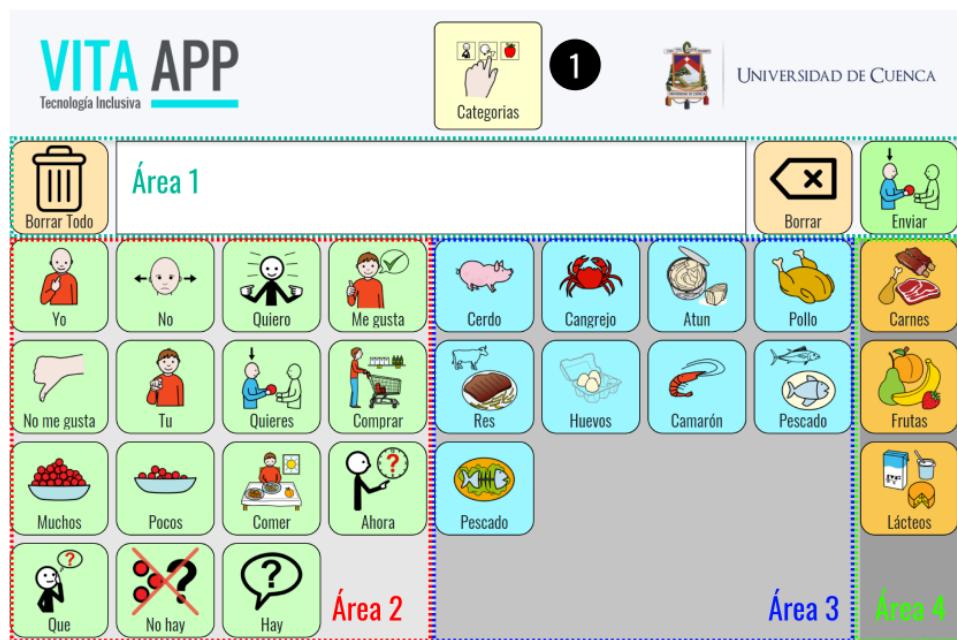
- Poder registrar a una cantidad n de adultos mayores que tenga bajo su cuidado.
- El usuario puede además personalizar las categorías, subcategorías, pictogramas y ayudas creadas por los administradores de VitaApp; con la finalidad de garantizar que el adulto mayor pueda usarla de forma adecuada.
- VitaApp permite modificar la interfaz gráfica de panel AAC, entre lo que se puede hacer esta:
  - Cambiar la posición de los pictogramas que conforman el panel.
  - Personalizar las ayudas que acompañaran a cada categoría.
  - Cambiar los colores de fondo y textos que acompañan a los pictogramas.
- VitaApp proporciona una mensajería unidireccional para que el usuario pueda recibir en su aplicación los mensajes que forme y envíe el adulto mayor desde su aplicación.
- Permite que el usuario pueda asignar **n** categorías personalizadas a un adulto mayor, las cuales aparecerán en su aplicación y que desplegarán una interfaz AAC personalizada para cada una de ellas.

#### *5.1.5.1.3. VitaApp Elderly*

VitaApp Elderly es la implementación de la interfaz gráfica obtenida de las tareas previas del método UIAAC. Esta aplicación está diseñada para ser usada por el adulto mayor, permitiéndole formar mensajes por medio de pictogramas. Entre las características de la aplicación están:

- Acceso a la aplicación por medio de un nombre de usuario creado por su cuidador. Esto permite que una cantidad n de adultos mayores pueda tener interfaces AAC personalizadas para ellos.
- Al ingresar a la aplicación el adulto ve las categorías que le fueron asignadas por la persona bajo su cuidado.
- Al pulsar sobre una categoría se despliega la interfaz AAC que está ligada a la categoría y que se divide en 4 áreas (ver Figura 27):
  - Área 1 de gestión del mensaje: se divide por el contenedor del mensaje que sirve para encolar los pictogramas que el adulto mayor vaya pulsando; botón para eliminar el último pictograma del contenedor; botón para borrar todos los pictogramas del contenedor; botón para enviar el mensaje creado a la persona bajo su cuidado y que cuente con una cuenta en VitaApp Carer.
  - Área 2 de ayudas: contiene pictogramas de ayuda, que sirven para dar sentido al mensaje.
  - Área 3 de pictogramas: contiene pictogramas de una subcategoría en particular.
  - Área 4 de subcategorías: permite cargar los pictogramas de una subcategoría al hacer clic sobre una de ellas.

Figura 27 Áreas en las que se divide el panel de VitaApp Elderly



#### 5.1.5.1.4. VitaApp Server

El servidor de VitaApp se encarga de proporcionar los diferentes servicios a ser usados en las aplicaciones web por parte de administradores, cuidadores y adultos mayores. La comunicación entre el cliente-servidor se la realiza mediante métodos HTTP a través de una API REST. La arquitectura cliente-servidor de VitaApp fue implementada mediante Spring Framework. Entre los principales servicios se tiene:

- Registro y autentificación de usuarios.
- Operaciones CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) de las categorías, subcategorías, pictogramas y ayudas, generales o personalizadas creadas por los administradores y cuidadores.

La mensajería y guardado de imágenes se gestiona mediante una base de datos NoSQL que permite la creación y envío de datos en tiempo real. Esta base de datos se encarga del envío de notificaciones a los dispositivos donde un cuidador haya iniciado sesión.

#### 5.1.5.1.5. Arquitectura de VitaApp

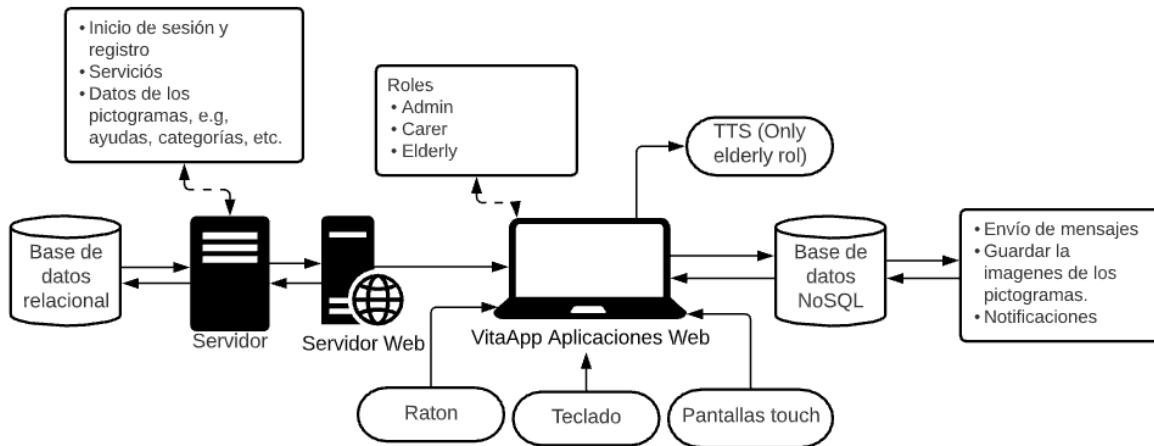
Como salida de esta tarea se obtiene el diagrama de la arquitectura de VitaApp que se puede ver en la Figura 28. Las partes que componen al sistema son:

- Una base de datos relacional.



- Servidor central el cual se encarga de la comunicación de las tres aplicaciones con la base de datos relacional.
- Las tres aplicaciones web que conforman VitaApp (admin, carer, elderly)
- Los métodos de entrada se conforman por los métodos tradicionales de ratón y teclado, pantallas táctiles; como forma de salidas se encuentran pantallas y traductores de texto a voz (*TTS - Text-to-Speech*: solo la aplicación del adulto mayor).

Figura 28 Diagrama de la arquitectura de VitaApp a alto nivel

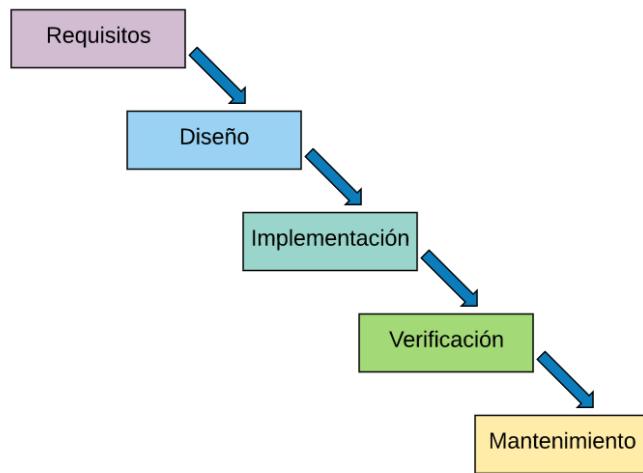


#### 5.1.5.2. Tarea de selección de la metodología de desarrollo de software

En esta tarea se analizaron distintas metodologías de desarrollo de software para la implementación del sistema VitaApp. Entre las metodologías a usar estuvieron métodos ágiles o la tradicional metodología en cascada. La metodología escogida para el desarrollo de VitaApp fue la metodología en cascada cuyas fases se pueden observar en la Figura 29, por los siguientes motivos:

- Incapacidad para crear un grupo de desarrollo al contar con sólo dos desarrolladores, en este caso los autores del presente trabajo de titulación.
- Tiempo limitado a dos meses de desarrollo.
- Poco acceso a los usuarios finales al ser adultos mayores y su alta vulnerabilidad en la pandemia de Covid-19 que se atraviesa en estos momentos.
- Una de las ventajas de usar este método es la capacidad de estimar tiempos de forma más precisa y obtener un producto final en menor tiempo; sin embargo, se deben tener en cuenta las desventajas de usar este tipo de método.

Figura 29 Fases que componen la metodología en cascada



Fuente: (grhsoftware, 2020)

#### 5.1.5.3. Tarea de desarrollo de software

En esta tarea se implementó el sistema VitaApp siguiendo los pasos de la metodología en cascada seleccionada en la tarea anterior:

##### 5.1.5.3.1. Fase de licitación de requerimientos

En esta fase se recogen los requerimientos funcionales, no funcionales, restricciones del sistema y reglas de negocio necesarios para la creación de VitaApp Server, *Admin*, *Carer* y *Elderly*. Como salida de esta fase se obtiene el documento de licitación de requerimientos que se puede observar en el Anexo 8.

##### 5.1.5.3.2. Fase de diseño

En esta fase se diseñaron los prototipos de las tres aplicaciones web a crear con ayuda de la herramienta de prototipado Figma. Como resultado se obtuvo:

- Prototipo de VitaApp Admin (Prototipo completo en Figma ver Anexo 23 literal a.)
- Prototipo de VitaApp Carer (Prototipo completo en Figma ver Anexo 23 literal a.)

El prototipo de la aplicación del adulto mayor VitaApp es el mismo que el obtenido en la fase de diseño de la metodología UIAAC propuesta en la sección 5.1.3. Además, en esta fase se diseñó el esquema de base de datos a implementar mediante un diagrama entidad relación ver Anexo 9.



#### ***5.1.5.3.3. Fase de implementación***

En esta fase se implementaron todas las funcionalidades de VitaApp y para ello se usaron varias herramientas de desarrollo:

- Angular 11: Se usó este framework de desarrollo web para construir las tres aplicaciones web VitaApp Admin, Carer y Elderly.
- Spring Boot: Para crear la comunicación con la base de datos y creación de micro-servicios, la documentación de estos se puede acceder mediante el link del literal b) del Anexo 23.
- PostgreSQL: Implementa el esquema de base de datos propuesto en la fase anterior.
- Firebase: se encarga del almacenamiento de las imágenes de los pictogramas, la mensajería y envío de notificaciones en tiempo real por medio de una base de datos NoSQL.
- Los repositorios de los proyectos se alojan en GitHub, los enlaces a estos se pueden ver en el literal c) del Anexo 23.

#### ***5.1.5.3.4. Fase de verificación***

En esta fase se probó la aplicación VitaApp Elderly mediante un caso de estudio con la ayuda de un adulto mayor cuyo perfil de usuario detallado en la sección 5.1.1.2. El objetivo del caso de estudio fue evaluar el uso de la aplicación VitaApp Elderly con el personal sanitario, cuidadores y usuarios finales de la aplicación AAC orientada a adultos mayores con problemas de comunicación.

Los detalles del caso de estudio aplicado se pueden observar en la sección 6.5.

#### ***5.1.5.3.5. Fase de mantenimiento***

El sistema web VitaApp fue pensado para poder ser escalable permitiendo agregar nuevas funcionalidades en un futuro, así como nuevas formas de interacción. VitaApp pasara a ser parte del proyecto ganador de la XVIII convocatoria de propuestas de investigación de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca, denominado “Diseño de arquitecturas y modelos de interacción para ambientes de vida asistida orientados a adultos mayores. Caso de estudio: ambientes lúdicos y sociales.

Como salida de esta fase se obtiene un manual de usuario que muestra a fondo las funcionalidades de las tres aplicaciones que componen VitaApp y que se puede ver en el Anexo 10.



## Capítulo 6: Evaluación Empírica

En este capítulo se describe la aplicación de un experimento con el objetivo de evaluar las percepciones del desarrollador frente a la intención de uso y utilidad del método propuesto en este trabajo de titulación, considerando la usabilidad en el diseño de interfaces gráficas para soluciones AAC orientadas al adulto mayor. Este capítulo se divide en sección 6.1, que presenta una introducción sobre la evaluación empírica y sus elementos, la sección 6.2 describe los modelos teóricos de evaluación de ingeniería de software que se han empleado. La sección 6.3 presenta la evaluación del método mediante la adaptación del modelo teórico de evaluación. La sección 6.4 presenta los cuasiexperimentos desarrollados y aplicados al método propuesto, la sección 6.5 muestra las posibles amenazas a la validez de la evaluación y finalmente, la sección 6.6 presenta las conclusiones obtenidas en este capítulo.

### 6.1. Contextualización

Un método contiene cualidades que hacen sencilla su aplicación y aprendizaje, permitiendo obtener un producto de calidad y con un buen diseño. En consecuencia, es de gran importancia evaluar el método propuesto y determinar si cumple con las expectativas de los desarrolladores y usuarios.

El alto impacto que las percepciones de los usuarios tienen frente a la selección y adopción de cualquier nuevo método conlleva a buscar maneras de evaluar y validar los métodos; la aplicación del modelo de evaluación de métodos (*MEM - Method Evaluation Model*), sirve en este caso para evaluar la eficacia percibida de UIAAC. Además, se puede incorporar al Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) (Davis, 1985), que ha sido validado en numerosos estudios que permiten demostrar su utilidad para analizar y validar la utilidad percibida, facilidad de uso percibida y la intención de uso por parte de los participantes; esto aplicando un método para predecir su aceptación. Este capítulo presenta como se adaptó el Modelo de Evaluación de Métodos para el diseño y ejecución de un cuasiexperimento, que genere evidencias sobre la utilidad de la evaluación de usabilidad.

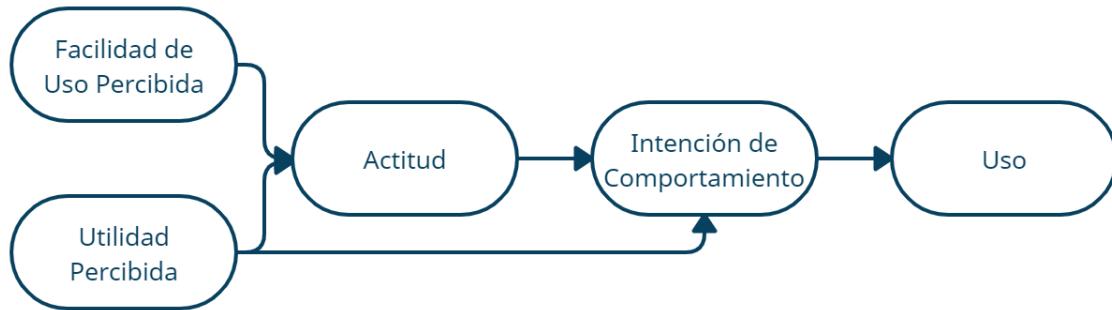
### 6.2. Modelos teóricos de evaluación de ingeniería de software

Davis (1985) propone el denominado el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM), que se aplica para evaluar y comprender el grado de aceptación de los usuarios frente a un nuevo artefacto tecnológico. Además, el Modelo de Evaluación de Métodos (MEM) propuesto por Moody (2001), es un modelo que evalúa la el nivel de aceptación de tecnologías empleando TAM.

### 6.2.1. *Technological acceptance model (TAM)*

Este modelo está desarrollado dentro del ámbito dirigido a los sistemas de información, permite determinar el nivel de cómo los usuarios aceptan y utilizan alguna tecnología. El TAM presenta dos adaptadores, la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida que permiten determinar las actitudes hacia la incorporación de una nueva tecnología (Davis, 1985). En este modelo, el uso se define en función directa que se deriva de la intención de comportamiento (ver Figura 30).

Figura 30 *Technology Acceptance Model (TAM) simplificado*



Existen 5 constructores de TAM, representados gráficamente en la Figura 30, y descrito a continuación (Davis, 1985):

- Facilidad de uso percibida (PEOU): el grado al cual los usuarios esperan que el sistema objetivo sea libre de esfuerzo.
- Utilidad percibida (PU): porcentaje de rendimiento que una persona presenta al momento de hacer uso de un sistema tecnológico en particular.
- Intención de comportamiento (BI - Behavioral intention): nivel de interés de un usuario al usar un sistema en particular, medida de la resistencia a ejecutar un comportamiento específico.
- Actitud hacia el uso: nivel de deseo de usar un sistema por parte del usuario.
- Uso actual: Uso actual del sistema, se deriva de la intención de comportamiento.

### 6.2.2. *Modelo de evaluación de métodos (Method evaluation model - MEM)*

El MEM es un modelo teórico que evalúa métodos, posee relaciones causales y constructores (Moody, 2001). El constructor principal es la eficacia, que se define como la efectividad y eficiencia con la cual se consiguen los objetivos a través del método. Los constructores se basan en el TAM y son los siguientes (Moody, 2001):

- Eficacia actual: mide el desempeño y tiene dos variables basadas en el rendimiento del usuario.
  - Eficiencia actual: esfuerzo requerido al momento de ejecutar un método.



- Efectividad actual: nivel en el que se alcanzan los objetivos mediante el método.
- Eficacia percibida: está basada en la percepción y tiene dos variables.
  - Facilidad de uso percibida: nivel de expectativa que se genera acerca del esfuerzo que se requiere al aplicar un método.
  - Utilidad percibida: nivel con el cual una persona cree que mejoraría su rendimiento al aplicar el método.
- Adopción en la práctica.
  - Intensión de uso: medida en que una persona tiene la intención de usar o aplicar el método.
  - Uso actual: intención de utilizar un método en la práctica.

### 6.3. Cuasiexperimento dirigido a Ingenieros de Calidad

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

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

#### 6.3.1. *Adaptando MEM*

Para adaptar MEM, se debe partir definiendo los objetivos específicos en el dominio del diseño de interfaces gráficas para SAAC, enfocada al adulto mayor con problemas de comunicación. Estos objetivos son:

- Diseñar prototipos de interfaces AAC tomando en cuenta consideraciones especiales para el adulto mayor.
- Incorporar los prototipos en sistemas AAC completamente funcionales.

Este cuasiexperimento se centra en el primer objetivo (al realizar una evaluación de calidad del diseño de interfaces presente en el prototipo, véase la Figura 15, sub-tarea: Evaluación de usabilidad), donde se busca evaluar el rendimiento y percepciones del usuario al aplicar dicha evaluación. Para cumplir con este proceso se requiere:

- Medir la cantidad de esfuerzo requerido al aplicar el método y la calidad de los resultados.
- La eficiencia actual que hace referencia a la cantidad de esfuerzo requerido para aplicar y aprender el método puede ser medido como el tiempo utilizado para ejecutar alguna actividad.

- La efectividad actual, se refiere a la calidad que el método presenta, la cual se mide mediante la capacidad del usuario para ejecutar una actividad y comprobar que esta se realizó exitosamente o no.

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

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

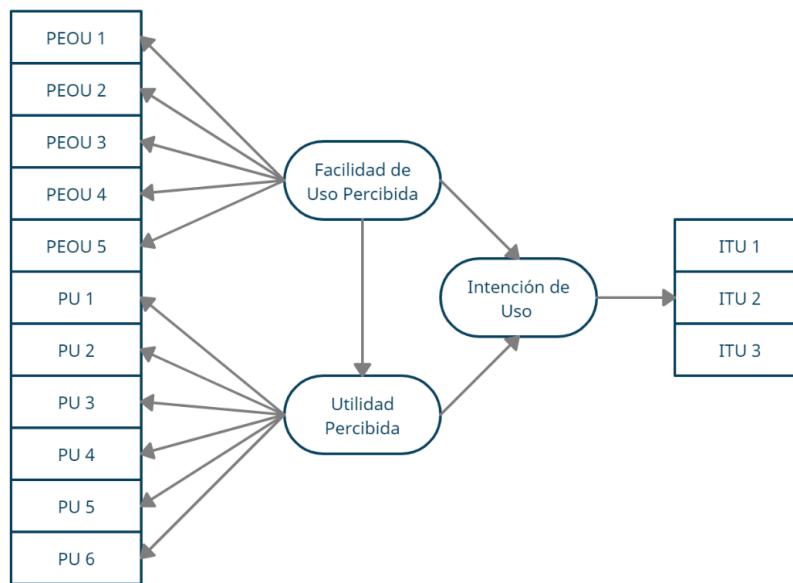
$$\text{Eficiencia actual} = \sum_{i=1}^n (\text{Tiempo en que le toma al usuario completar una tarea})$$

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

$$\text{Efectividad actual} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Tarea}_i \text{ realizada correctamente})}{n}$$

Para desarrollar la evaluación, se plantean algunas preguntas que permitirán medir los tres constructores de percepción e intención (Facilidad de Uso Percibida, Utilidad Percibida, e Intención de Uso) utilizando MEM. Esto se puede apreciar en la Figura 31, y sus preguntas correspondientes en la Tabla 10.

*Figura 31 Distribución de preguntas del cuestionario aplicado al cuasiexperimento*



Este cuasiexperimento se centra en el diseño del prototipo, donde se busca evaluar la calidad en la usabilidad del prototipo de interfaz diseñado.

*Tabla 10 Cuestionario para medir las variables con MEM*

<b>Pregunta</b>	<b>Declaración positiva (5 puntos)</b>
PEOU1	La evaluación de usabilidad del prototipo correspondiente a la tarea de diseño del método utilizado es sencilla y fácil de seguir.
PEOU2	En general, el proceso a seguir para la evaluación de la usabilidad del prototipo es fácil de entender.
PEOU3	Los pasos por seguir para realizar la evaluación de la usabilidad del prototipo son claros y fáciles de entender.
PEOU4	En general, el proceso de evaluación de usabilidad del prototipo es fácil de aprender.
PEOU5	Pienso que sería fácil usar la guía para la evaluación del prototipo.
PU1	Considero que la actividad de evaluación de la usabilidad del prototipo en la tarea de diseño reduciría el tiempo, y el esfuerzo requerido para diseñar prototipos de interfaces para sistemas AAC orientados a adultos mayores.
PU2	Creo que incorporar la evaluación de usabilidad es útil para asegurar la calidad del diseño.
PU3	De manera general, considero que la tarea de evaluación de usabilidad del prototipo en la tarea de diseño es útil.
PU4	Creo que la actividad realizada es lo suficientemente expresiva para definir cómo se realizará la evaluación de la usabilidad del prototipo de interfaz desde la tarea de diseño.
PUS5	El uso de modelos de calidad mejoraría mi rendimiento en la evaluación de usabilidad en prototipos para sistemas AAC.
PU6	De manera general, pienso que con el uso de modelos de calidad puedo evaluar el diseño de una manera adecuada.
ITU1	Si tuviera que evaluar la usabilidad de un prototipo de interfaz AAC, sí utilizase un modelo de calidad.
ITU2	En caso de requerir hacer una evaluación de usabilidad de un prototipo de interfaz para la creación de sistemas AAC enfocadas en el adulto mayor, tendría la intención de utilizar este proceso en el futuro.
ITU3	Recomendaría seguir esta actividad para la evaluación de la usabilidad en prototipos de interfaces AAC.

### **6.3.2. Definición del alcance**

Considerando el paradigma Goal-Question Metric (*GQM*) propuesto por Basili (1992), el objetivo del cuasiexperimento es definido al tener en cuenta los parámetros presentados en la Tabla 11.

*Tabla 11 Meta para el cuasiexperimento dirigido a Ingenieros de Calidad*

<b>Analizar:</b>	<b>La evaluación de usabilidad del prototipo de interfaz en la tarea: Diseño de prototipo.</b>
Con el propósito de:	Evaluar la calidad mediante la usabilidad presente en el prototipo diseñado.
Con respecto al:	Ingeniero de Calidad.



---

Desde el punto de vista de:

Estudiantes de cursos de último nivel de Ingeniería de Sistemas y Ciencias de la Computación, además de Grupo de profesionales en el área.

---

Considerando la meta presentada, a continuación, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- **RQ1:** ¿El proceso para la evaluación de la usabilidad del prototipo por parte del Ingeniero de Calidad, es percibido como útil y fácil de usar? En caso de ser afirmativa la respuesta, ¿las percepciones de los participantes son el resultado del esfuerzo requerido al llevar a cabo la actividad?
- **RQ2:** ¿Existe una intención de uso futuro del proceso presentado? En caso de ser afirmativa la respuesta, ¿tales intenciones de uso son resultado de las percepciones de los usuarios?

Con estas preguntas, a continuación, se establece una serie de hipótesis para analizar la posibilidad de que el método en su tarea de diseño sea aceptado en la práctica:

- H10: Se percibe como difícil de usar la tarea de evaluación de usabilidad en la tarea de diseño del método presentado,  $H10 = \neg H11$ .
- H20: No es percibida como un proceso útil, la tarea de evaluación de usabilidad en la tarea de diseño,  $H20 = \neg H21$ .
- H30: No existe intención de uso futuro del proceso de evaluación de usabilidad  $H30 = \neg H31$ .

Asimismo, para establecer una relación directa entre el uso del proceso de evaluación del diseño de la metodología por medio de un prototipo, percepciones e intenciones de los usuarios, también se plantean las siguientes hipótesis:

- H40: No es posible determinar la Facilidad de Uso Percibida a través de la eficiencia actual,  $H40 = \neg H41$ . La Facilidad de Uso Percibida se basa en la percepción, mientras la eficiencia se basa en el rendimiento de la eficiencia actual.
- H50: La efectividad actual no determina la percepción de la utilidad.  $H50 = \neg H51$ . Esta hipótesis es introducida debido a que la Utilidad Percibida se basa en la percepción de la efectividad, mientras que la efectividad es basada en el rendimiento.
- H60: La Facilidad de Uso Percibida no determina la Utilidad.  $H60 = \neg H61$ .
- H70: la Facilidad de Uso Percibida no determina la Intención de Uso.  $H70 = \neg H71$ .
- H80: la Utilidad Percibida no determina la Intención de Uso.  $H80 = \neg H81$ .

Al probar las hipótesis, las preguntas de investigación pueden ser evaluadas para poder brindar sus respuestas correspondientes. En este caso, la pregunta RQ1 se encuentra soportada por las hipótesis H1, H2, H4 y H5; y la pregunta RQ2 por las hipótesis H3, H6, H7 y H8.

### 6.3.3. Planificación del cuasiexperimento

Tomando como recurso para análisis, las interfaces del prototipo diseñado en el capítulo 5, se ha planificado realizar la tarea de evaluación de usabilidad, donde los atributos a medir son propuestos por el modelo de calidad presentado por Abad et al. (2021). El prototipo evaluado ha sido implementado en un sistema web funcional el cual consta de una pantalla que contiene las categorías que el cuidador ha asignado y el panel AAC que cada categoría tiene asignada, la cual se subdivide en 3 paneles agrupados según la función y tipo de pictograma (ver Figura 32).

Figura 32. Categorías (Izquierda), panel AAC asociado a una categoría (Derecha)



Para el cuasiexperimento, se construyeron las siguientes secciones (ver Anexo 14):

- Documentos introductorios: un documento que contiene información para que el ingeniero de calidad conozca el contexto y dominio del método; además capturas de pantalla del sistema web y una explicación breve de cómo usarla. Una presentación con información sobre la AAC, pasos del cuasiexperimento, información sobre los atributos de usabilidad a evaluar. Para ver los documentos y presentación del cuasiexperimento (ver el Anexo 11).
- Fase de entrenamiento: que propone ejercicios que sirven como guía e incluyen un ejemplo en particular como demostración de cómo se va a realizar la prueba.
  - Ejercicio 1: Contextualización, presenta los conceptos de los atributos a medir, con el fin de que los ingenieros de calidad conozcan el significado y la forma de medir cada atributo.
  - Ejercicio 2: Los participantes deben usar el sistema para practicar la creación de una frase propuesta, con el fin de interactuar con la interfaz gráfica.



- Ejercicio 3: Se han seleccionado atributos de usabilidad de entrenamiento, para familiarizarse con la medición de los atributos de usabilidad. Mediante una encuesta cada participante realizó la medición de los atributos que se detallan en la Tabla 12. La encuesta aplicada para medir estos atributos de entrenamiento forma parte de las actividades del cuasiexperimento realizado y se puede ver en el Anexo 14.
- Fase de prueba: incluye todos los materiales y actividades para que los usuarios puedan ejecutar la prueba del cuasiexperimento. Dentro de este proceso se incluyen los siguientes ejercicios:
  - Ejercicio 1: Contextualización, presenta los conceptos de los atributos a medir, con el fin de que los ingenieros de calidad conozcan el significado y la forma de medir cada atributo.
  - Ejercicio 2: Uso del sistema para crear una frase propuesta, con el fin de interactuar con la interfaz gráfica del sistema.
  - Ejercicio 3: Medición de los atributos de usabilidad, mediante una encuesta cada participante realizó la medición de los atributos que se detallan en la Tabla 13. La encuesta aplicada para medir estos atributos forma parte de las actividades del cuasiexperimento realizado y se puede ver en el Anexo 14.
- Evaluación final: una encuesta de Google que permite evaluar el proceso para la evaluación de usabilidad, misma que se puede ver en el Anexo 15.

*Tabla 12. Atributos de usabilidad para el ejercicio de entrenamiento*

Atributo	Significado
Adaptación del usuario a la interfaz gráfica	Este atributo permite obtener información respecto al tiempo que usted tarda en familiarizarse con la interfaz
Calidad de imagen de los pictogramas	Este atributo busca conocer la relación entre el número de pictogramas de fácil entendimiento frente al número total de pictogramas presentes
Alcanzabilidad de los pictogramas	Este atributo permite conocer la relación entre el número de pictogramas visibles para crear una frase al número total de pictogramas desplegados en la pantalla

**Tabla 13. Atributos de usabilidad para el ejercicio de prueba**

Atributo	Significado
Coherencia en agrupamiento de pictogramas	Este atributo se refiere a la calidad en el agrupamiento y organización de los pictogramas de la interfaz.
Capacidad de personalización de apariencia de la interfaz	Capacidad de personalización de apariencia de la interfaz
Alcanzabilidad de los pictogramas	Este atributo permite conocer la relación entre el número de pictogramas visibles para crear una frase al número total de pictogramas desplegados en la pantalla
Autoajuste de la interfaz a varias pantallas	Capacidad de adaptación de los pictogramas dependiendo del tipo o tamaño de la pantalla

Por otro lado, las variables de interés basadas en la percepción y de acuerdo al MEM se presentan en la Tabla 14.

**Tabla 14 Variables basadas en la percepción**

Variable	Descripción
Facilidad de Uso Percibida (PEOU)	Nivel de expectativa que se genera acerca del esfuerzo que se requiere al aplicar un método.
Utilidad Percibida (PU)	Nivel con el cual una persona cree que mejoraría su rendimiento al aplicar el método.
Intención de Uso (ITU)	Nivel en que una persona tiene la intención de usar o aplicar el método.

A partir del cuestionario presentado en la Tabla 10, se pueden medir estas variables con una escala de Likert. El cuestionario cuenta con 14 preguntas cerradas: 3 para Intención de Uso Futura (ITU), 5 para Facilidad de Uso Percibida (PEOU) y 6 para Utilidad Percibida (PU).

En la Tabla 15 se muestran las variables basadas en el rendimiento del usuario, y la función de medición utilizada para encontrar sus valores.

**Tabla 15 Variables basadas en el rendimiento**

Variable	Descripción
Efectividad	$\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Tarea}_i \text{ realizada correctamente})}{n}$
Eficiencia	$\sum_{i=1}^n (\text{Tiempo que el usuario emplea para realizar una tarea})$

#### 6.3.4. Ejecución y análisis del cuasiexperimento

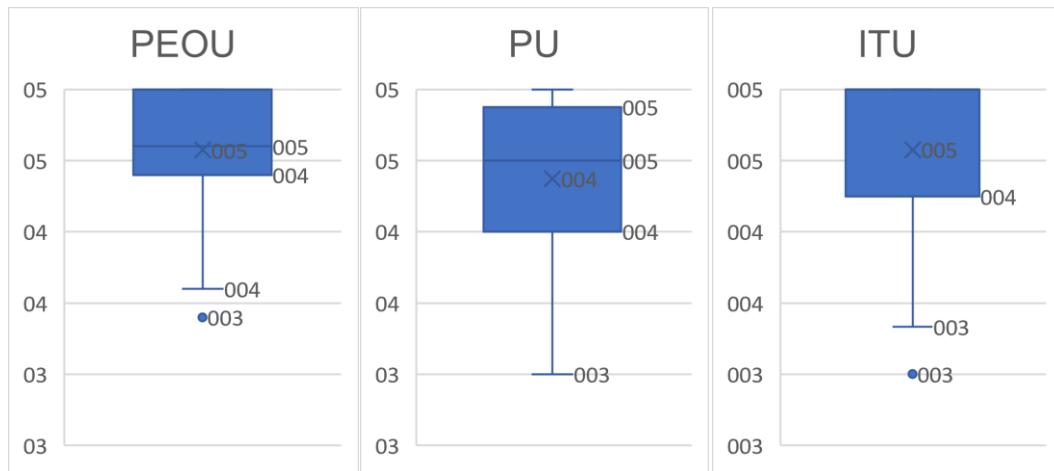
Para la ejecución del cuasiexperimento se contó con la participación de 22 personas de manera virtual, que incluía a estudiantes del décimo ciclo de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cuenca, y profesionales que forman parte del grupo de investigación del cual forma parte el presente trabajo de titulación. Los resultados obtenidos al aplicar la encuesta de la Tabla 10, se pueden visualizar en el Anexo 17.

##### 6.3.4.1. Análisis de las percepciones del usuario

Las percepciones de los usuarios están asociadas a las variables PEOU, PU, e ITU. En la Figura 33 están representadas las relaciones de cada variable con la escala de Likert (1-5), donde se considera:

- 1 como respuesta negativa
- 3 como respuesta con valor intermedio
- 5 como respuesta positiva.

Figura 33 Diagrama de cajas y bigotes para las variables PEOU, PU, e ITU



Por último, se puede visualizar en la Tabla 16 cada valor correspondiente a cada variable sobre las percepciones de los usuarios.

Tabla 16 Estadística descriptiva para las variables basadas en la percepción del usuario

Variable	Min	Max	Media	Desv. Estándar	Shapiro Wilk test p value
PEOU	3.40	5.00	4.60	0.47	0.0017
PU	3.00	5.00	4.40	0.59	0.0231



---

ITU	3.00	5.00	4.60	0.61	0.0001
-----	------	------	------	------	--------

---

Se ha incluido una prueba Shapiro-Wilk, que ayuda a determinar si una distribución es normal o no. Si se presenta un valor  $p < 0.5$ , se debe aplicar la prueba de Wilcoxon que establece su grado de significancia; caso contrario, con  $p > 0.5$ , se debe aplicar la prueba T. Dependiendo del valor obtenido en estas pruebas, si el valor de la significancia es superior a 0.05, se puede afirmar que la hipótesis es aceptada; en caso contrario, si el valor de la significancia es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis. Los resultados de las pruebas para las variables PEOU, PU e ITU, son indicadas en la Tabla 17.

**Tabla 17 Significancias para PEOU, PU e ITU**

Variable	Prueba aplicada	Valor de Significancia
PEOU	Prueba de Wilcoxon	0,000
PU	Prueba de Wilcoxon	0,000
ITU	Prueba de Wilcoxon	0,000

A partir de estas consideraciones, se extraen los siguientes resultados:

#### **6.3.4.1.1. Facilidad de Uso Percibida (PEOU)**

La variable PEOU presenta un valor máximo de 5.00, un valor intermedio de 4.60 y un valor mínimo de 3.40; lo que permite concluir que el proceso presentado para evaluar la usabilidad fue percibido por parte de los usuarios como fácil de usar.

#### **6.3.4.1.2. Utilidad Percibida (PU)**

La variable PU presenta un valor máximo de 5.00, un valor intermedio de 4.40 y un valor mínimo de 3.00; lo que permite concluir que los usuarios perciben como útil el proceso presentado para evaluar la usabilidad.

#### **6.3.4.1.3. Intención de Uso (ITU)**

La variable ITU presenta un valor máximo de 5.00, un valor medio de 4.60 y un valor mínimo de 3.00; resultados que permiten concluir que los usuarios tienen la intención de usar en el futuro el proceso presentado.

Los valores resultantes de las significancias para PEOU, PU e ITU son menores a 0,05, por lo tanto, se rechazan las hipótesis H10, H20, Y H30. En consecuencia, los resultados indican una alta



probabilidad de que el proceso de evaluación de la usabilidad para el diseño de interfaces de sistemas ACC, se acepte e incorpore en la práctica, debido a que los usuarios lo perciben como fácil de usar, útil, y tienen la intención futura de utilizar este proceso.

#### **6.3.4.2. Análisis del rendimiento del usuario**

El rendimiento del usuario está relacionado directamente a las variables de eficiencia y efectividad. Los valores que corresponden a estas variables se detallan en la Tabla 18.

*Tabla 18 Valores de estadística descriptiva para variables basadas en el rendimiento del usuario*

Variable	Min	Max	Media	Desv. Estándar	Shapiro Wilk test p value
Efectividad	0.33	1.00	0.77	0.2154	0.0002
Eficiencia	4.00	9.00	6.22	1.6015	0.0285

A partir de los resultados sobre el rendimiento del usuario, se realizan las siguientes afirmaciones:

##### **6.3.4.2.1. Efectividad**

El valor de la efectividad fue de 0.33 a 1.00, con 0.77 de valor medio; lo que significa que los ingenieros de calidad demuestran un alto rendimiento al evaluar la usabilidad de las interfaces presentadas.

##### **6.3.4.2.2. Eficiencia**

Los valores obtenidos para la eficiencia estaban en un rango de 4 a 9 minutos, cuyo valor medio fue de 6.22 minutos, tiempo que se tomaron en realizar la evaluación de la usabilidad. En un escenario real de práctica, estos valores pueden disminuir o aumentar; dependiendo de la experiencia presentada por los ingenieros de calidad sobre procesos de evaluación, manejo de atributos y métricas de calidad, entre otras consideraciones asociadas a este rol.

#### **6.3.4.3. Análisis de las relaciones causales**

Las relaciones causales proporcionan evidencias que indican si las percepciones de los usuarios fueron resultado del rendimiento mostrado, y, por lo tanto, ayudan a comprender la manera en cómo los participantes desarrollaron el proceso planteado.

En este apartado se valida la estructura del MEM mediante las relaciones causales entre sus constructores. Para esto, se aplicó un análisis de regresión para las hipótesis H40, H50, H60, H70, y



H80. Para este análisis, se consideraron los valores de la significancia según los criterios propuestos por Moody (2001), y se presentan en la Tabla 19.

**Tabla 19 Niveles de significancia. Fuente: (Moody, 2001)**

Valor de significancia	Rango
No significativo	$p > 0.1$
Baja significancia	$p < 0.1$
Media significancia	$p < 0.05$
Alta significancia	$p < 0.01$
Muy alta significancia	$p < 0.001$

#### **6.3.4.3.1. Eficiencia vs Facilidad de uso Percibida**

Las percepciones de la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) están determinados por la eficiencia de los sujetos cuando se aplica el proceso de evaluación, por lo que, la hipótesis H40 ha sido probada. En la Tabla 20 se observan los valores que corresponden a este análisis, obteniendo la siguiente ecuación de regresión:

$$\text{PEOU} = \text{Constante}[\text{Coef (b)}] + \text{Eficiencia}[\text{Coef(b)}] * \text{Eficiencia}$$

$$\text{PEOU} = 4.233 + (0.055) * \text{Eficiencia}$$

**Tabla 20 Regresión Simple entre la Eficiencia Actual y la Facilidad de Uso Percibida**

Elemento	Coef. (b)	Std. E.	Std. Coef.	t	Sig (p)	R	R <sup>2</sup>
Constante	4.233	0.411		10.289	0.000		
Eficiencia	0.055	0.064	0.187	0.851	0.405	0.187	0.035

Como resultado el modelo de regresión se clasifica como no significativo, donde el valor  $p > 0.1$ . Con el resultado de  $R^2$  se concluye que la eficiencia permite explicar solamente un 3.5% de la varianza en PEOU, determinando que la eficiencia actual de los participantes del cuasiexperimento no influye en sus percepciones de la facilidad de uso. Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis H40, es decir que, la Facilidad de Uso Percibida no se determina por la Eficiencia.

#### **6.3.4.3.2. Efectividad vs. Utilidad percibida (PU)**

Para comprobar si la utilidad percibida (PU) se determina por la efectividad de los participantes al aplicar la evaluación, se ha puesto a prueba la hipótesis H50. Se ha aplicado un modelo de regresión simple, donde la variable dependiente es PU y la variable independiente es la efectividad.

$$\text{PU} = 3.878 + 0.637 * \text{Efectividad}$$

**Tabla 21 Regresión simple entre la Efectividad Actual y la Utilidad Percibida**

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef.	t	Sig (p)	R	R <sup>2</sup>
Constante	3.878	0.481		8.066	0.000		
Efectividad	0.637	0.599	0.231	1.063	0.300	0.231	0.053

Como resultado el modelo de regresión se clasifica como no significativo, donde el valor  $p > 0.1$ . Con el valor de  $R^2$  se concluye que la efectividad permite explicar solo el 5.3% de la varianza con respecto al PU, indicando que la utilidad percibida no se ve influenciada por la efectividad actual de los participantes. Se concluye que la hipótesis nula  $H_0$  es aceptada; es decir que, la efectividad actual no determina la percepción de la utilidad.

#### **6.3.4.3.3. Facilidad de uso percibida (PEOU) vs. Utilidad percibida (PU)**

Para comprobar si la facilidad de uso (PEOU) determina la percepción de utilidad (PU) de los participantes, se ha probado la hipótesis  $H_0$ . La ecuación aplicada para el modelo de regresión es la siguiente:

$$PU = 1.038 + (-0.374) * PEOU$$

Los valores obtenidos de este análisis se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 22 Regresión simple entre la Facilidad de uso percibida y la Utilidad Percibida**

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef.	t	Sig (p)	R	R <sup>2</sup>
Constante	-0.374	0.751		-0.497	0.624		
PEOU	1.038	0.163	0.817	6.347	0.000	0.817	0.668

El modelo resultante indica una alta significancia, donde su obtuvo un valor  $p < 0.001$ . Con el valor de  $R^2$  se concluye que la Facilidad de Uso Percibida explica el 66.8% de la varianza con respecto a la utilidad percibida. Con estos resultados se rechaza la hipótesis  $H_0$  y se acepta su hipótesis alternativa, donde la Facilidad de Uso Percibida, si está determinada por la Utilidad Percibida.

#### **6.3.4.3.4. Utilidad percibida (PU) vs. Intención de uso (ITU)**

Para verificar si la Utilidad Percibida (PU) por parte de los participantes determina la Intención de Uso (ITU), se ha probado la hipótesis  $H_0$ . La ecuación de la regresión es la siguiente:

$$ITU = 0.881 + 0.845 * PU$$

**Tabla 23 Regresión simple entre la Utilidad percibida e Intención de uso**

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef.	t	Sig (p)	R	R <sup>2</sup>
Constante	0.881	0.578		1.523	0.143		
PU	0.845	0.131	0.822	6.444	0.000	0.822	0.675

El resultado del modelo indica una muy alta significancia, obteniendo un valor  $p < 0.001$ . El valor de  $R^2$  indica que el 67.5% de la varianza en ITU es explicado por PU. En consecuencia, se rechaza la hipótesis H70 y se acepta su hipótesis alternativa; por lo tanto, se plantea que la Facilidad de Uso Percibida es determinada por la Intención de Uso.

#### **6.3.4.3.5. Facilidad de uso percibida (PEOU) vs. Intención de uso (ITU)**

Finalmente, se verifica si la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) de determina mediante Intención de Uso (ITU), probando la hipótesis H80. Como en los anteriores casos, se ha construido un modelo de regresión simple cuya ecuación se muestra a continuación.

$$\text{ITU} = 0.906 + 0.803 * \text{PEOU}$$

**Tabla 24 Regresión simple entre la Facilidad de uso percibida e Intención de uso**

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef.	t	Sig (p)	R	R <sup>2</sup>
Constante	0.906	1.059		0,855	0,402		
PU	0,803	0,230	0,615	3,484	0,000	0,615	0,378

El resultado del modelo de regresión indica una muy alta significancia, con un valor  $p < 0.001$ . El valor  $R^2$  muestra que el 37.8% de la varianza con respecto a ITU es explicada por PEOU; lo que conlleva a rechazar H80 y aceptar su hipótesis alternativa. Se comprueba que la Intención de Uso está determinada por la Utilidad Percibida.

#### **6.3.4.4. Presentación y reporte**

Dentro del informe de resultados y en base a los resultados que se muestran en la Tabla 25, se analizará cada pregunta de investigación:

**RQ1:** ¿El proceso de evaluación de la usabilidad del prototipo por parte del ingeniero de calidad se percibe como útil y fácil de usar? De ser así, ¿las percepciones de los participantes son el resultado del esfuerzo requerido para realizar la actividad? Aquí, la mayoría de los participantes percibieron la tarea de evaluación de la usabilidad como útil y fácil de usar. Esto se debe a que se han rechazado las hipótesis H10 y H20 y se han aceptado sus alternativas H11 y H21. Además, cuando se



aceptaron las hipótesis H40 y H50, se determinó que la facilidad de uso no está determinada por la eficiencia, ni la utilidad por la efectividad.

**Tabla 25 Resumen del cuasiexperimento sobre la evaluación propuesta**

Hipótesis	Rango	Significancia	Acción	Resultados
H1 <sub>0</sub>	----	----	Se Rechaza	La evaluación de usabilidad es fácil de usar
H2 <sub>0</sub>	----	----	Se Rechaza	La evaluación de usabilidad se percibe como útil
H3 <sub>0</sub>	----	----	Se Rechaza	Existe la intención de utilizar esta evaluación de usabilidad
H4 <sub>0</sub>	p>0.1	no significativo	Se Acepta	PEOU no está determinado por la eficiencia
H5 <sub>0</sub>	p>0.1	no significativo	Se Acepta	PU no está determinado por la efectividad
H6 <sub>0</sub>	p<0.001	alta significancia	Se Rechaza	PEOU se determina por PU
H7 <sub>0</sub>	p<0.001	alta significancia	Se Rechaza	ITU se determina por PEOU
H8 <sub>0</sub>	p <0.001	alta significancia	Se Rechaza	ITU se determina por PU

Finalmente, para **RQ2**: ¿Existe la intención de utilizar en el futuro el proceso presentado? Si es así, ¿estas intenciones de uso son el resultado de las percepciones de los usuarios? La hipótesis H30 fue rechazada, por lo que se determinó que los participantes tienen la intención de utilizar la evaluación en el futuro. En cuanto a la hipótesis H60, esta fue rechazada lo que significa facilidad de uso percibida está determinada por la utilidad percibida; La hipótesis H70 también fue rechazada y significa que la facilidad de uso percibida determina la intención de uso. Finalmente, la hipótesis H80 fue rechazada y significa que la utilidad percibida determina la intención de uso.

Se concluyó que el método de evaluación de la usabilidad es fácil de usar, útil y destinado a ser utilizado en el futuro para el diseño de interfaces de calidad.

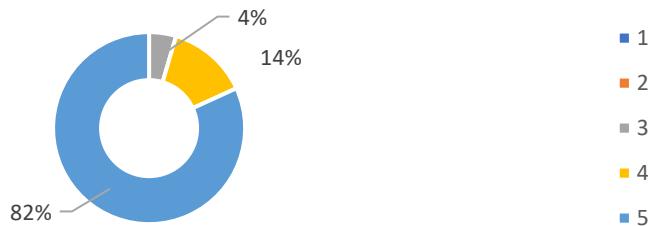
#### **6.3.5. Empaquetado y presentación de los resultados**

Los resultados correspondientes a las preguntas presentadas a los participantes son representados a continuación.

En la Figura 34 muestra el resultado mediante los porcentajes obtenidos de la primera pregunta. Los participantes están totalmente en desacuerdo en un 82% en que la tarea de evaluación es compleja de seguir, un 4% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo y un 14% indica que está en desacuerdo.

**Figura 34 Pregunta 1, encuesta TAM**

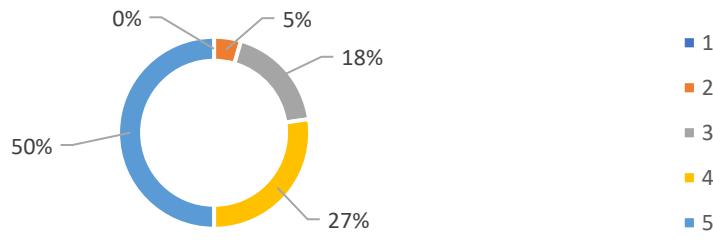
1. La evaluación de usabilidad de interfaces AAC me ha parecido complejo y difícil de seguir



Para la segunda pregunta, se puede observar que el 50% de los participantes ha estado en desacuerdo y únicamente un 5% ha estado de acuerdo.

**Figura 35 Pregunta 2, encuesta TAM**

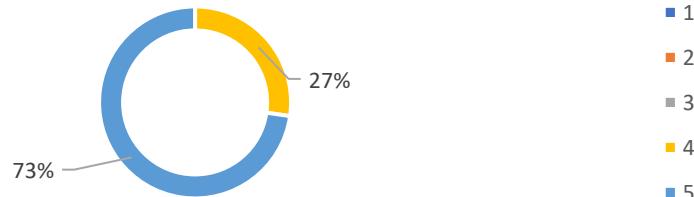
2. Creo que esta evaluación reduciría el tiempo y el esfuerzo requerido para medir la usabilidad de interfaces AAC



Con relación a la tercera pregunta, se puede observar que el 73% de los participantes está en total desacuerdo respecto a que si la evaluación es difícil de entender.

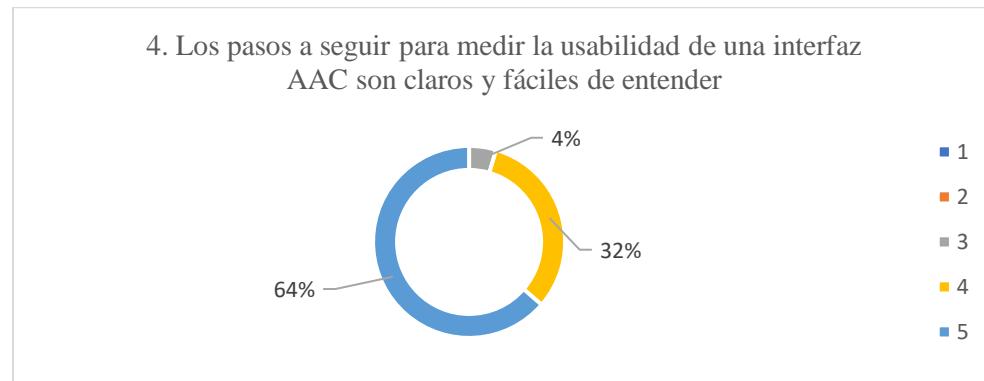
**Figura 36 Pregunta 3, encuesta TAM**

3. De manera general, la evaluación de usabilidad es difícil de entender



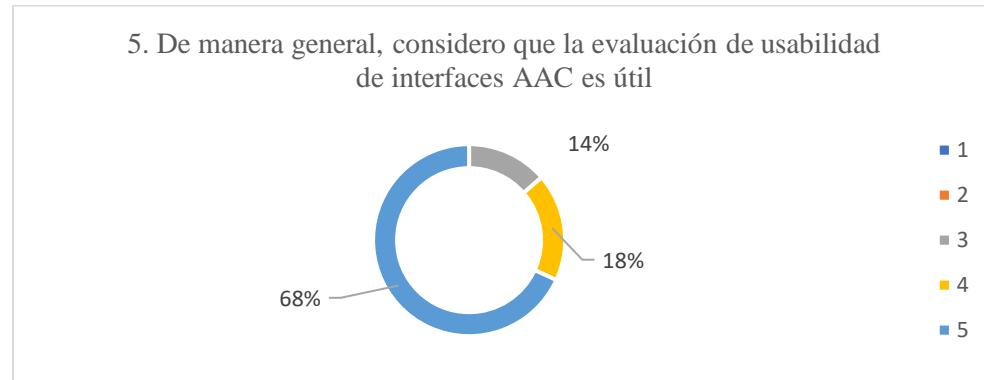
Con relación a que, si los participantes están en acuerdo de que los pasos a seguir en el proceso de evaluación de usabilidad son claros y fáciles de entender, se obtuvo que 64% estuvieron en total acuerdo y el 4% no estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo.

**Figura 37 Pregunta 4 encuesta TAM**



En relación con la quinta pregunta se tiene que el 68% de los participantes están en total acuerdo de que la evaluación de usabilidad es útil, mientras que un 14% no está de acuerdo ni en desacuerdo.

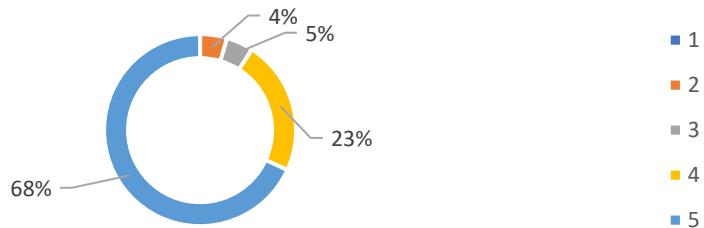
**Figura 38 Pregunta 5, encuesta TAM**



Asimismo, en la sexta pregunta, la mayoría de los participantes (68%) están en total desacuerdo respecto a que si la evaluación es difícil de aprender. El 4% de los participantes consideran que la evaluación presenta cierta dificultad.

**Figura 39 Pregunta 6, encuesta TAM**

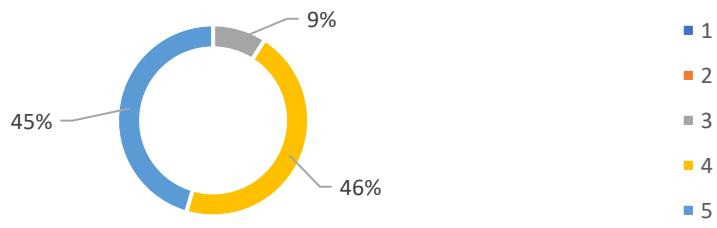
6. La evaluación de usabilidad de interfaces AAC es difícil de aprender



Continuando con el análisis de los resultados, se tiene que para la séptima pregunta el 45% de los participantes están totalmente de acuerdo a que el proceso es útil para evaluar la usabilidad, el 46% están de acuerdo y el 9% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

**Figura 40 Pregunta 7, encuesta TAM**

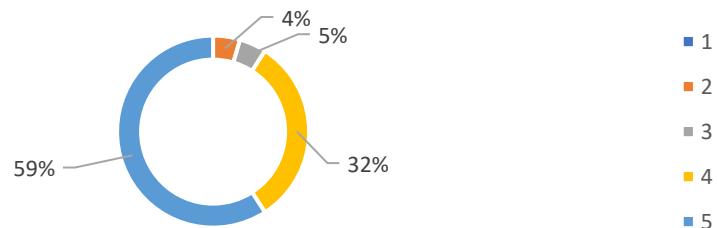
7. Creo que el proceso para evaluar la usabilidad es útil para medir los atributos de una interfaz AAC



Para la octava pregunta, es posible observar que la mayoría de los participantes tendría en cuenta esta evaluación para aplicarla al momento de evaluar la calidad de sus interfaces. El 91% de los participantes está en total acuerdo y de acuerdo con esta pregunta.

**Figura 41 Pregunta 8, encuesta TAM**

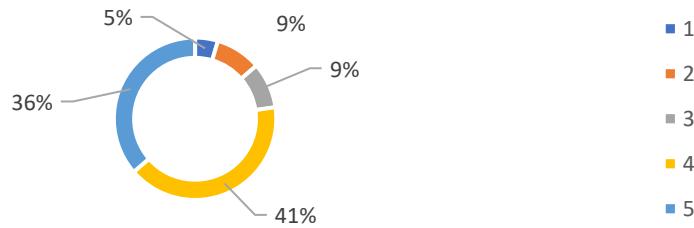
8. Si tuviera que utilizar una evaluación de usabilidad en el futuro, creo que tendría en cuenta esta evaluación



Para la novena pregunta, gran parte de los participantes señalan no estar de acuerdo de que la actividad no es lo suficiente expresiva para fijar la manera de ejecutar el proceso de evaluación desde la fase de diseño.

**Figura 42 Pregunta 1, encuesta TAM**

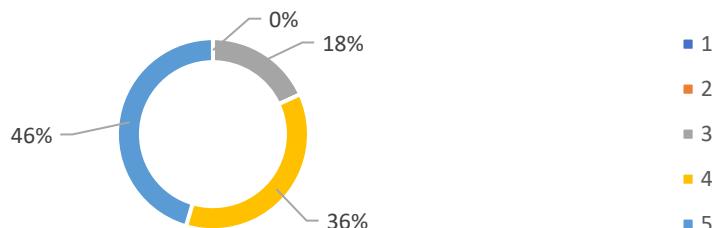
9. Creo que la evaluación NO es lo suficientemente expresivo para definir cómo se realizará la medición de la usabilidad de una interfaz AAC



Por otra parte, se puede encontrar que los resultados para la décima pregunta indican que el 82% de los participantes están de acuerdo en que al momento de evaluar la usabilidad aumenta de su rendimiento.

**Figura 43 Pregunta 10, encuesta TAM**

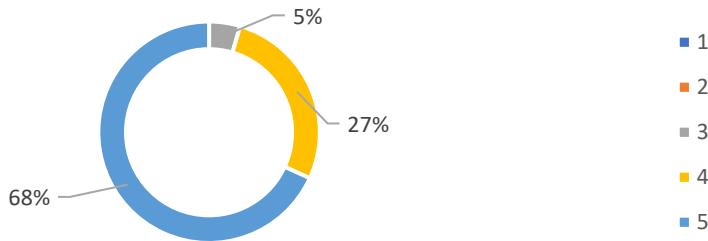
10. El uso de esta evaluación mejoraría mi rendimiento en la medición de usabilidad de interfaces AAC



Para la onceava pregunta, la mayoría de los participantes indican que están de acuerdo en que sería fácil ser hábil usando esta evaluación.

**Figura 44 Pregunta 11, encuesta TAM**

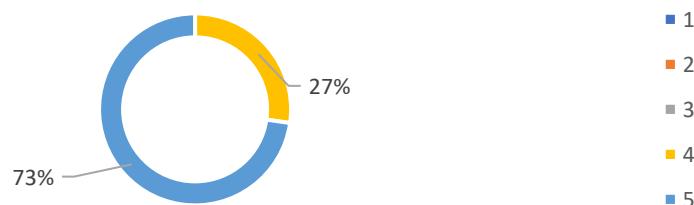
11. Pienso que sería fácil ser hábil usando esta evaluación



Continuando con el análisis, para la doceava pregunta el 73% de los participantes está en total desacuerdo al considerar que No se puede medir adecuadamente la usabilidad mediante esta evaluación.

**Figura 45 Pregunta 12, encuesta TAM**

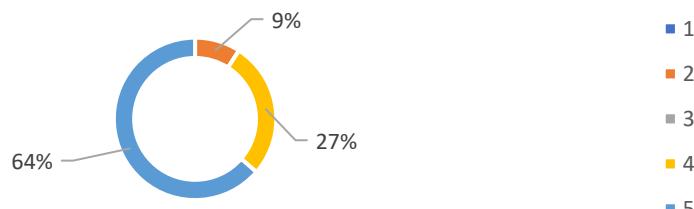
12. De manera general, pienso que con esta evaluación NO puedo medir adecuadamente la usabilidad de interfaces AAC



Por otro lado, el 64% de los participantes tendrían la intención de usar esta evaluación el en futuro.

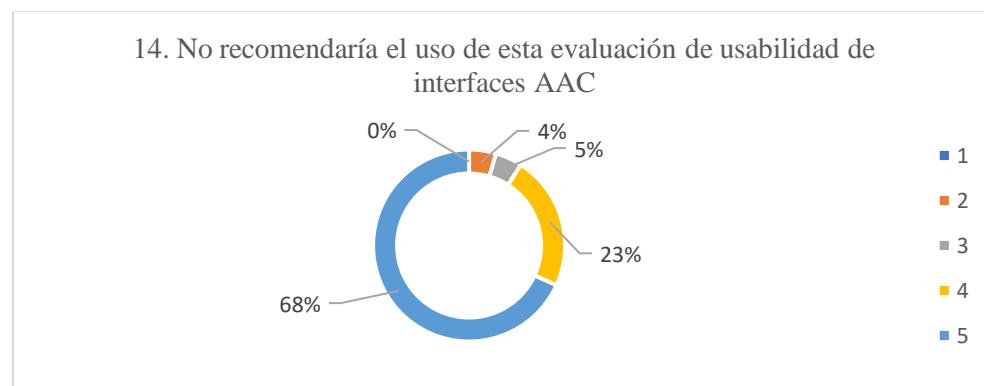
**Figura 46 Pregunta 13, encuesta TAM**

13. En caso de necesitar realizar medición de usabilidad de interfaces AAC, tendría la intención de utilizar esta evaluación en el futuro



Finalmente, un 68% de los participantes, están totalmente en desacuerdo acerca de no recomendar el proceso efectuado para realizar el cuasiexperimento que evalúa la usabilidad de la interfaz, un 23% de los evaluados están en desacuerdo, un 5% de ellos no está de acuerdo ni en desacuerdo y solamente un 4% está de acuerdo en no recomendar el proceso.

**Figura 47 Pregunta 14, encuesta TAM**



### **6.3.6. Amenazas de validez**

Esta sección muestra cuales son los principales problemas que pueden afectar la validez del experimento. Campbell y Cook (1979), consideran cuatro tipos de validez: interna, externa, construcción y conclusión:

#### **6.3.6.1. Validez interna**

La amenaza a la validez interna estuvo influenciada por el conocimiento y la experiencia en evaluaciones de calidad, además del uso de plataformas virtuales y la gestión del sistema web VitaApp. Sin embargo, los participantes presentes en el cuasiexperimento fueron parte de un proceso de adaptación al sistema web y una clase de contextualización para revelar el significado y la forma de medir los atributos de usabilidad seleccionados. De esta forma, fue posible ejecutar el cuasiexperimento, brindando a los participantes los conocimientos suficientes.

#### **6.3.6.2. Validez externa**

La validez externa tiene como fin generalizar resultados obtenidos en diferentes contextos; por lo que, la principal amenaza era que el cuasiexperimento no se pudiera aplicar en persona o de forma presencial. Por ello, se desarrollaron tareas no complejas, para que los participantes las puedan ejecutar de forma virtual y sin inconvenientes. Esto permitió a los participantes realizar las tareas de evaluación con facilidad.

### 6.3.6.3. Validez del constructo

La validez del constructo se refiere a la fiabilidad del cuestionario. Para aumentar la confiabilidad, se realizó la prueba alfa de Cronbach de preguntas relacionadas con cada variable subjetiva. El umbral mínimo recomendado es  $\alpha = 0,70$ , luego se obtuvieron los siguientes resultados para las variables PEOU  $\alpha = 0,76$ , en PU  $\alpha = 0,79$  y en ITU  $\alpha = 0,77$ . De esta forma, se determinó que el cuestionario es confiable y se puede aplicar para la evaluación de usabilidad.

### 6.3.6.4. Validez de la conclusión

Esta validez puede verse afectada por problemas en los métodos estadísticos o por el tamaño de la muestra que la compone. Sin embargo, los resultados son muy satisfactorios ya que los participantes pudieron desarrollar correctamente los pasos establecidos en el ejercicio de cuasiexperimento. Además de que, se emplearon modelos estadísticos como la prueba de Shapiro-Wilks que determina si una distribución es normal, la prueba de Wilcoxon para aceptar o rechazar una hipótesis nula, la prueba de T y la prueba con el coeficiente Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) que determina la confiabilidad de un cuestionario, y regresiones.

## 6.4. Resultados de la evaluación de usabilidad

Los pasos seguidos para ejecutar el cuasiexperimento se presentaron en la sección 6.3.3, donde se han expuesto las diferentes actividades que el ingeniero de calidad realiza para evaluar la usabilidad. Mediante la fase de prueba, los ingenieros evaluaron los atributos de calidad presentados en la Tabla 13, obteniendo los siguientes resultados.

### Atributo 1 Coherencia en agrupamiento de pictogramas.

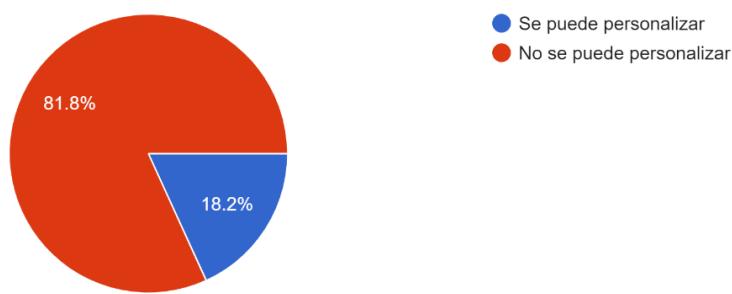
Figura 48. Resultados de la medición del atributo 1



Los resultados para este atributo indican que el 90.9% de participantes evaluados consideran que la organización de los pictogramas (pictogramas de ayuda, subcategorías, pictogramas de una subcategoría) es aceptable y únicamente el 9.1% no están de acuerdo con esta forma de agrupación.

### Atributo 2. Capacidad de personalización de apariencia de la interfaz

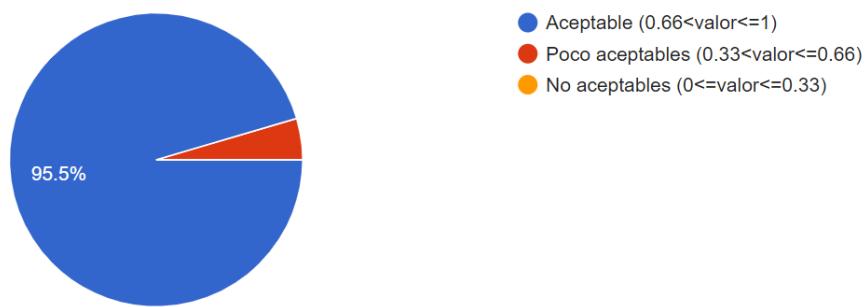
*Figura 49. Resultados de la medición del atributo 2*



En cuanto a este atributo, el 81.8% de los participantes verificaron que la interfaz no es personalizable, por el contrario, el 18.2% creen que la interfaz se puede personalizar por el adulto mayor; lo que no es correcto ya que las tareas de personalización están a cargo del cuidador en su aplicación respectiva.

### Atributo 3. Alcanzabilidad de los pictogramas

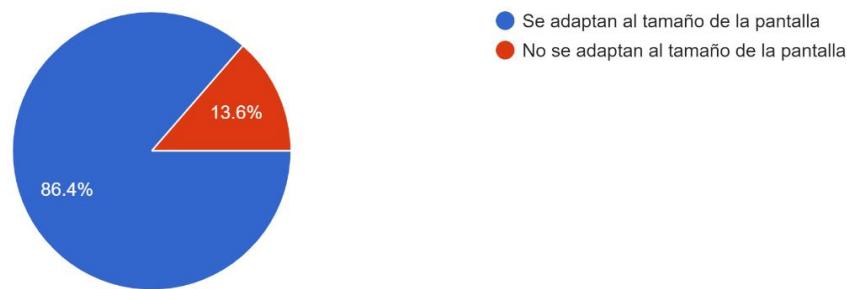
*Figura 50. Resultados de la medición del atributo 3*



En este atributo, los resultados muestran que el 95.5% de los participantes consideran que los pictogramas que se muestran en la interfaz son visibles y se distinguen de forma correcta.

#### Atributo 4. Autoajuste de la interfaz a varias pantallas

Figura 51. Resultados de la medición del atributo 4



Finalmente, para el atributo que mide el autoajuste de la interfaz, se obtuvo que el 86.4% comprobaron que la interfaz se adapta a los distintos tamaños de pantalla. Por el contrario, un 13.6% no pudo corroborar la característica responsiva de la interfaz; esto puede ser consecuencia de la incompatibilidad a las versiones desactualizadas de los navegadores web ya que la interfaz se despliega en este entorno o que la pantalla no cumpla con el tamaño mínimo de 768px.

#### 6.5. Caso de estudio aplicado al adulto mayor, psicólogo clínico y cuidador.

En este caso de estudio se buscó probar la aplicación VitaApp Elderly con la ayuda de un adulto mayor cuyo perfil de usuario detallado en la sección 5.1.1.2. El objetivo del caso de estudio fue evaluar el uso de la aplicación VitaApp Elderly con el personal sanitario, cuidadores y usuarios finales de la aplicación AAC orientada a adultos mayores con problemas de comunicación.

En este contexto las preguntas de investigación fueron: i) ¿Cómo percibe el psicólogo la utilidad clínica de la aplicación?; ii) ¿Cómo percibe el cuidador la utilidad de la aplicación?; Además, iii) ¿Cómo percibe el usuario final la utilidad de la aplicación?; El método del caso de estudio es holístico-multiple.

Para la realización del estudio de caso se siguen las actividades de la metodología propuesta por Runeson (2012): 1) diseño; 2) consideraciones éticas; 3) preparación para la recopilación de datos; 4) recolección de evidencia; 5) análisis de los datos recopilados; 6) presentación de informes.

##### 6.5.1. Consideraciones Éticas

En este caso de estudio las consideraciones éticas fueron:

- a. Consentimiento del adulto mayor como de la persona bajo su cuidado.
- b. Confidencialidad.



c. Retroalimentación.

#### **6.5.2. Preparación para la recolección de datos**

Se han diseñado dos encuestas basadas en el modelo de evaluación de tecnología (TAM) (Davis, 1985). Este modelo consiste en evaluar la Facilidad de Uso Percibida (PEOU), la Utilidad Percibida (PU) y la Intención de Uso (ITU) en el futuro (Davis, 1985). Las encuestas diseñadas se enfocaron en psicólogos clínicos, cuidadores y adultos mayores. Este cuestionario, como se muestra en el Anexo 16, utiliza una escala Likert de 5 puntos.

#### **6.5.3. Recopilación de pruebas**

Como primer paso, el psicólogo clínico presentó la aplicación VitaApp al cuidador anciano y le enseñó cómo acceder y navegar por ella. Finalmente, el cuidador presenta la aplicación al adulto mayor para que interactúe con ella formando mensajes (ver Figura 52).

*Figura 52 Presentación de la aplicación por parte del cuidador*

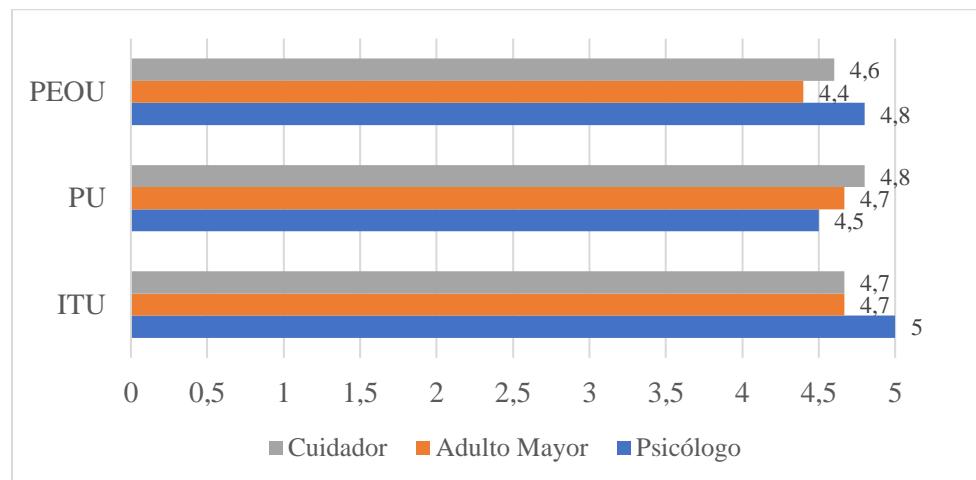


#### **6.5.4. Análisis de los datos y reporte de resultados**

Al analizar los datos obtenidos, puede dar respuesta a las preguntas planteadas en el estudio de caso. En las preguntas abiertas, los cuidadores y los adultos mayores concluyen que la aplicación es una herramienta útil para apoyar la comunicación. Una propuesta futura propuesta por los cuidadores es la creación de una aplicación móvil; en este caso, la aplicación cuenta con una aplicación web progresiva (*PWA - Progressive Web App*) que simula este requisito, pero en el futuro no se descarta implementar una solución nativa para dispositivos móviles. El psicólogo clínico concluye que se deben buscar otras formas de interactuar con la interfaz además de los métodos tradicionales de ratón y teclado o pantalla táctil. En la Figura 53 se pueden ver los resultados de PEOU, PU e ITU. Como resultado, tanto el cuidador, adulto mayor y el psicólogo clínico indican que

la interfaz es fácil de usar y valiosa como herramienta de apoyo de CAA. Finalmente, concluyen que la herramienta se puede tener en cuenta en el futuro para su uso como forma de comunicación o apoyo.

**Figura 53 Resultados del caso de estudio: percepción del usuario.**





## Capítulo 7: Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se han planteado algunos objetivos, mismos que han sido los pilares para el desarrollo de la investigación. En este sentido, este capítulo revisa el cumplimiento de cada objetivo y los hallazgos obtenidos; así mismo, se presentan las posibles líneas de investigación futuras y los aportes generados para la comunidad.

### 7.1. Conclusiones

Considerando los objetivos planteados inicialmente, a continuación, se describen las conclusiones obtenidas por cada uno de ellos.

#### 7.1.1. *Objetivo general*

El objetivo general de este trabajo de titulación establece *definir un método para el diseño de interfaces de usuario orientadas al adulto mayor, que incluyan modalidades de comunicación aumentativa y alternativa simbólica, soportadas por medios tecnológicos*.

En lo que corresponde a este objetivo se puede concluir que se ha cumplido en su totalidad, ya que como resultado de este trabajo se ha podido elaborar y plantear un método para el diseño de interfaces AAC, que incluye conceptos sobre la AAC, calidad de software, ingeniería de software y aspectos de diseño propios para que el diseñador oriente las interfaces hacia al adulto mayor. En consecuencia, la solución presenta los siguientes beneficios:

- a. Dado a la poca información sobre métodos para el diseño de interfaces AAC orientado al adulto mayor, la revisión de literatura se ha ampliado para considerar el estado actual sobre el diseño de interfaces de usuario, herramientas y métodos de interacción para sistemas de comunicación aumentativa y alternativa en general.
- b. El método, está inspirado en base a los tres principios de diseño centrado en el usuario propuestos por (Gould & Lewis, 1983), la norma ISO 13407 (1999) y las actividades de diseño propuestas por (Wallach & Scholz, 2012) y está conformado por cinco fases: i) Alcance, ii) Análisis, iii) Diseño del prototipo, iv) Evaluación, vi) Implementación.
- c. Este método, al ser una nueva propuesta en el campo de la AAC, en su fase de alcance busca la comprensión del dominio para el cual se plantea crear una solución; donde se trata de proveer las especificaciones del usuario, el escenario de interacción, la estructura de trabajo



y, los objetivos y limitaciones. En este sentido, este método propone incluir: la comprensión del dominio, la definición del perfil del usuario y estructuración del proyecto.

- d. Dentro del método se incluye una fase de análisis, que es importante para capturar, analizar y especificar los requerimientos del usuario; pero también se considera, que el análisis, selección y validación de vocabulario y pictogramas, son piezas clave para comenzar con el diseño de la interfaz. En esta fase, incluir la selección y validación de vocabulario y pictogramas, se consideran como aportes fundamentales para orientar el diseño de interfaces hacia la AAC; ya que, la correcta selección de estos elementos permitirá una mayor comprensión del adulto mayor respecto a la interfaz gráfica.
- e. La fase de diseño incluye una sub tarea que consiste en evaluar la usabilidad de la interfaz, con la cual se evalúan criterios de usabilidad, con el fin de garantizar la calidad del diseño de la interfaz propuesta.
- f. El método incluye guías que permiten que la interfaz a diseñar se pueda orientar a diferentes casos; como ejemplo, la guía de organización de pictogramas; la cual presenta distintas formas de agrupar los pictogramas según las necesidades y capacidades de comunicación del adulto mayor. Además, contiene guías que permiten una rápida selección de los elementos propios de la ACC, que orientan el proceso de diseño de las interfaces gráficas.
- g. En la última fase del método, se plantea la creación de una interfaz funcional, a partir del prototipo diseñado y validado en las fases anteriores; permitiendo la flexibilidad del desarrollo en cuanto a herramientas, tecnologías, metodologías de desarrollo, dispositivos de despliegue, formas de interacción, entre otros; mismos que se adapten al ambiente de desarrollo.

Para lograr con este objetivo, se plantearon cuatro objetivos específicos, los cuales se analizaron a continuación.

#### **7.1.2. *Objetivo específico 1***

*Realizar una revisión sistemática de la literatura acerca de las soluciones desarrolladas con interfaces de AAC, con el fin de indagar temas relacionados con los diversos métodos de diseño de interfaces que integren pictogramas.*

Este objetivo ha sido cumplido en su totalidad, por medio de una revisión sistemática de la literatura que se ha enfocado en indagar de manera general sobre el diseño de las interfaces gráficas, herramientas, tecnologías y maneras de diseñar sistemas AAC. A partir de una búsqueda en bibliotecas electrónicas se obtuvo un resultado de 1815 estudios, de los cuales, mediante un proceso



de selección, se obtuvieron 48 artículos en total. De acuerdo al análisis realizado, se pudo evidenciar la carencia de métodos de diseño de interfaces dirigidas a la AAC que incorporen usabilidad, además de la falta de investigación en algunos ámbitos como es la interacción cerebro computador y vista. Por medio de esta revisión también se logró conocer que:

- a. La mayoría de las investigaciones existentes en el ámbito de la AAC, han sido aportes principalmente desde Estados Unidos con un 33% de las investigaciones, seguido de Francia, Reino Unido y Japón que abordan un 8% de las investigaciones cada uno. Respecto a Latinoamérica se ha encontrado un solo aporte por parte de Brasil, por lo que, los aportes científicos generados en este trabajo se pueden considerar como las primeras contribuciones de esta región.
- b. En cuanto a las formas de interacción más usadas en las soluciones AAC asistidas, se tiene que el principal método para interactuar es mediante el contacto presente en un 51% de las investigaciones ya que esta forma de interacción emplea herramientas como: pantallas táctiles y métodos tradicionales de ratón y teclado. Por el contrario, se consideran métodos en auge a la interacción mediante imágenes (16% de las investigaciones) usando dispositivos como el eye-tracker; y también, el BCI (12% de las investigaciones).
- c. En relación con la usabilidad, el 69% de los artículos muestran que la utilidad está estrechamente relacionada con el correcto diseño de soluciones AAC. La simpatía se encuentra presente únicamente en el 31% de los artículos, donde se crean interfaces de usuario orientadas a grupos etarios en particular, niños, adultos mayores o personas con discapacidad. La mayoría de los estudios se enfocan en crear interfaces que solventen los problemas de comunicación y no en evaluar qué tan agradable es el diseño a presentar.
- d. Los resultados de la revisión en cuanto a la experiencia de usuario muestran que este criterio es sumamente importante para el desarrollo y validación de las soluciones creadas. Se puede evidenciar que la experiencia de usuario se centra en que las soluciones creadas sean útiles; este atributo se encuentra presente en el 75% de los artículos, demostrando que a medida que avanza la investigación en AAC los investigadores se centran en mejorar el diseño agregando nuevas funcionalidades a las soluciones existentes. Por último, se ha encontrado que el atributo deseable no es muy relevante en comparación con los otros atributos, exponiendo una brecha que conlleva a concluir que los investigadores y desarrolladores no se preocupan en qué tan preferible sería su solución respecto a otras.



- e. Los resultados muestran que gran parte de los estudios (57%), tienen como finalidad ayudar a mejorar la comunicación de personas con discapacidades adquiridas como: enfermedades o lesiones cerebrales, pérdida de audición y lesiones neuromusculares progresivas.

#### **7.1.3. *Objetivo específico 2***

*Plantear un método que guíe a los desarrolladores, en el diseño de interfaces de usuario que incluya modalidades de comunicación AAC. Las cuales estén orientadas a la mejora de la interacción, entre los adultos mayores y la aplicación por medio de pictogramas.*

Este objetivo se cumplió en su totalidad al definir y proponer un método para el diseño de interfaces AAC, considerando los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de este trabajo de titulación. En consecuencia, el método propuesto consiste de cinco fases:

- a. Alcance, para comprender el dominio, compartir el conocimiento entre los participantes y establecer lo siguiente: necesidades y problemas del usuario, definición de escenario, perfil de usuario y estructura del proyecto; mismos que sirven de base para la fase de análisis.
- b. Análisis, para la obtención de requisitos y generar un documento de especificación de requisitos orientados al diseño de la interfaz. Además, para seleccionar el vocabulario y pictogramas más adecuados para el dominio, mediante el uso de las guías de selección de vocabulario, creación de mensajes y selección de pictogramas.
- c. Diseño de prototipo, para diseñar un prototipo de interfaz basado en un modelo conceptual e incorporando criterios de usabilidad.
- d. Evaluación, para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la fase de análisis y validar el prototipo creado.
- e. Implementación, para crear un sistema funcional mediante técnicas de ingeniería de software con el fin de desarrollar un producto cuyas interfaces implementen el prototipo previamente creado.

#### **7.1.4. *Objetivo específico 3***

*Aplicar el método propuesto en el diseño de interfaces para una solución (Sistema web) que la ejemplifique; incluyendo modalidades de comunicación AAC para adultos mayores que necesiten reforzar las funciones cognitivas de atención, memoria y/o lenguaje.*

Con el fin de cumplir este objetivo, se siguieron los pasos establecidos en el método propuesto, para diseñar un prototipo de interfaces AAC, que posteriormente han sido incorporadas en el desarrollo de un sistema web nombrado VitaApp.



VitaApp se divide en tres aplicaciones admin, carer, elderly estrechamente ligadas que permiten crear y gestionar varios paneles AAC por parte de la persona que tiene bajo su cuidado a uno o varios adultos mayores con problemas de comunicación. Las interfaces gráficas que componen a VitaApp elderly implementan el prototipo diseñado a lo largo de la ejecución del método propuesto, cuya usabilidad ha sido evaluada mediante una evaluación empírica aplicada en ingenieros de calidad. También, la validación del producto final se realizó mediante un estudio de caso sobre un adulto mayor con la finalidad de evaluar el uso de la aplicación VitaApp Elderly con el personal sanitario, cuidadores y usuarios. En este contexto, se optó por un caso de estudio dado a que no se pudo acceder a la población objetivo completamente debido a la pandemia de Covid-19 que atraviesa el mundo, siendo los adultos mayores el principal grupo vulnerable.

Se puede concluir que el objetivo se ha logrado cumplir, ya que la instanciación del método se puede evidenciar en el capítulo 5 de este trabajo de titulación.

#### **7.1.5. *Objetivo específico 4***

*Realizar dos evaluaciones empíricas, la primera mediante un cuasiexperimento aplicado sobre los ingenieros de software y el segundo mediante un estudio de caso aplicado sobre el adulto mayor.*

Este objetivo se ha cumplido en su totalidad, mediante la ejecución de dos fases; i) por medio de un cuasiexperimento que evalúa la usabilidad del prototipo de interfaces y ii) por medio de un estudio de caso aplicado a un adulto mayor.

Para la ejecución del cuasiexperimento se contó con la participación de 22 personas de manera virtual, que incluía a estudiantes del último año de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cuenca, y profesionales de esta área del equipo de investigación asociado al trabajo de titulación. En este cuasiexperimento se validó el proceso de evaluación de usabilidad dentro de la fase de diseño del prototipo; mediante la adaptación del MEM, se logró conocer que el método de evaluación de la usabilidad es fácil de usar, útil y destinado a ser utilizado en el futuro para el diseño de interfaces de calidad.

A partir del producto de software final como resultado de la instanciación del método, se realizó un estudio de caso aplicado a un adulto mayor, su cuidador y un psicólogo clínico; obteniendo como resultado que la interfaz es fácil de usar y valiosa como herramienta de apoyo de AAC. Finalmente, concluyen que la herramienta se puede tener en cuenta en el futuro para su uso como forma de comunicación o apoyo.



## 7.2. Trabajos Futuros

Este trabajo de titulación es el comienzo de las futuras líneas de investigación sobre la comunicación aumentativa y alternativa mediante soluciones tecnológicas en nuestro país; siendo expandibles no solo a la creación de soluciones orientadas a adultos mayores, sino que podría orientarse a otros grupos vulnerables de la población con problemas de comunicación.

### 7.2.1. *Con respecto al método propuesto*

- Adaptar el método para crear interfaces gráficas AAC, que se orienten a otros tipos de usuarios diferentes al adulto mayor.
- Usar el método en la creación de interfaces para sistemas que integren otros métodos de interacción como, por ejemplo: la interacción cerebro computador, eye-tracking. Con la finalidad de integrar a personas con algún tipo de discapacidad motora que le impida hacer uso de métodos de interacción mediante el contacto.
- Expandir el método a la creación de interfaces de tipo VSD (visual scene display), que representan otra línea de investigación en el ámbito de la AAC. Cuya diferencia es que hace uso de imágenes de escenarios reales del adulto mayor, en lugar de pictogramas.

### 7.2.2. *Con respecto a la validación del producto de software*

- Evaluar el prototipo con un experimento que involucre a un grupo más amplio de adultos mayores, de tal manera que se puedan obtener resultados más precisos.

## 7.3. Difusión de resultados

En el transcurso del desarrollo del trabajo de titulación, se han podido realizar ciertas contribuciones con relación al método propuesto, la evaluación de usabilidad de las interfaces, sobre la calidad en sistemas AAC y un software final. En este sentido, las entrevistas, los aportes aceptados y por aceptar son presentados a continuación:

### 7.3.1. *Artículo sobre el método propuesto*

El primer artículo se ha denominado “*UIAAC: A Method for Designing of Graphical User Interface for Augmentative and Alternative Communication*”, el cual ha sido aceptado en la conferencia *International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and e-Health (ICT4AWE) 2021*. Este artículo presenta el contenido del método UIAAC, que ha



sido propuesto en el Capítulo 4: Método para el diseño de interfaces gráficas para sistemas AAC (UIAAC). de ese trabajo (ver Anexo 20).

#### **7.3.2. Artículo sobre modelo de calidad para sistemas AAC pictográficos**

El segundo artículo se ha denominado “*Usability Model of Augmentative and Alternative Communication Systems and Pictographic Systems in people with disabilities*”, el cual ha sido aceptado en la conferencia *International Conference on eDemocracy & eGovernment* (ICEDEG) 2021. Este artículo propone un modelo de calidad para sistemas AAC pictográficos (ver Anexo 21). El certificado de participación en el congreso se puede observar en el Anexo 22.

#### **7.3.3. Artículo sobre una evaluación empírica para interfaces de usuario AAC.**

El tercer artículo se ha denominado “*UIAAC: User Interfaces to Augmentative and Alternative Communication Method Empirical Evaluation*”, el cual ha sido enviado al el *Congreso Ecuatoriano de Tecnologías de la Información y Comunicación* (TICEC) 2021. Este artículo presenta un método de evaluación de usabilidad para interfaces del sistema VitaApp.

#### **7.3.4. Artículo sobre el sistema VitaApp, sistema AAC orientado a adultos mayores**

El último artículo se ha denominado “*VitaApp: Augmentative and Alternative Communication System Aimed at Older Adults*”, que también ha sido enviado al el *Congreso Ecuatoriano de Tecnologías de la Información y Comunicación* (TICEC) 2021. Este artículo presenta el desarrollo y evaluación del sistema web creado llamado VitaApp.

#### **7.3.5. Entrevista con Diario el Mercurio**

En cuanto a la difusión de la aplicación VitaApp, se brindó una entrevista a Diario el Mercurio, donde se habló sobre lo que ha venido realizando el grupo de investigación del cual forma parte este trabajo de titulación por parte de la Dra. Priscila Cedillo; además, se dio a conocer de forma breve la aplicación VitaApp Carer y Elderly a la comunidad Cuencana. La entrevista completa se puede ver en el enlace del Anexo 23 literal e).

#### **7.3.6. Entrevista con Diario el Universo**

Se brindó una entrevista al Diario el Universo, donde se expuso sobre los inicios del grupo de investigación que está a la cabeza de este trabajo de titulación. Se habló sobre los distintos proyectos desarrollados, los productos generados y los trabajos futuros que se esperan realizar.



Finalmente, se compartieron los objetivos y los resultados obtenidos en este trabajo, dando a conocer de forma breve el funcionamiento de la aplicación VitaApp.



## REFERENCIAS

Abad, F., Collaguazo, C., & Sánchez, W. (2021). *Usability Model of Augmentative and Alternative Communication Systems and Pictographic Systems in people with disabilities*.

Abdur, M., Ali, M., Hussain, K., & Ullah, S. (2017). A Survey on User Interfaces for Interaction with Human and Machines. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(7). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2017.080763>

Acartürk, C., Freitas, J., Fal, M., & Dias, M. S. (2015). *Elderly Speech-Gaze Interaction* (pp. 3–12). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20678-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20678-3_1)

Agudo, S., Fombona, J., & Pascual, A. (2013). *Ventajas de la incorporación de las TIC en el envejecimiento*. [https://www.researchgate.net/publication/269395256\\_Ventajas\\_de\\_la\\_incorporacion\\_de\\_las\\_TIC\\_en\\_el\\_envejecimiento](https://www.researchgate.net/publication/269395256_Ventajas_de_la_incorporacion_de_las_TIC_en_el_envejecimiento)

Al Mahmud, A., & Martens, J. B. (2016). Social networking through email: studying email usage patterns of persons with aphasia. *Aphasiology*, 30(2–3), 186–210. <https://doi.org/10.1080/02687038.2015.1109051>

Arch, A. (2009). *WAI-AGE - Directrices WAI y usuarios de la web de mayor edad*.

Arnott, J. L., & Alm, N. (2013). Towards the improvement of Augmentative and Alternative Communication through the modelling of conversation. *Computer Speech & Language*, 27(6), 1194–1211. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2012.10.008>

ASHA. (2020). *Augmentative and Alternative Communication*. ASHA. [www.asha.org/Practice-Portal/Professional-Issues/Augmentative-and-Alternative-Communication/](http://www.asha.org/Practice-Portal/Professional-Issues/Augmentative-and-Alternative-Communication/)

Basili, V. . (1992). Software Modeling And Measurement: The Goal/Question/Metric Paradigm. *Quality*.

Bedini, A., Guerra, L., & Guerra, A. (2005). *Gestión de proyectos de software*. <https://isbn.cloud/9789567051069/gestion-de-proyectos-de-software/>

Beukelman, D., & Light, J. (2020). *Augmentative & Alternative Communication: Supporting Children and Adults with Complex Communication Needs* (5th ed.). Brookes Publishing.

Beukelman, David, & Mirenda, P. (2013). *Augmentative and Alternative Communication*. [https://www.researchgate.net/publication/230852920\\_Augmentative\\_and\\_Alternative\\_Communication](https://www.researchgate.net/publication/230852920_Augmentative_and_Alternative_Communication)

Cáceres, O. (2017). *El uso del pictograma en el proceso de enseñanza-aprendizaje del niño con autismo*.



Campbell, D., & D Cook, T. (1979). *Quasi-experimentation : design & analysis issues for field settings* .

Carreira, M., Ting, K. L. H., Csobanka, P., & Gonçalves, D. (2017). Evaluation of in-air hand gestures interaction for older people. *Universal Access in the Information Society*, 16(3), 561–580. <https://doi.org/10.1007/s10209-016-0483-y>

Carroll, J., & Rosson, M. (2002). *Usability Engineering: Scenario-Based Development of Human-Computer Interaction - Mary Beth Rosson, John M. Carroll - Google Books*.

Cedillo, P., Beltran, P., & Rodríguez, P. (2017). Evaluación de la accesibilidad de MOOC orientados a la tercera edad. *Undefined*.

Chaitanya, R. (2008). *User Interface design - Methods and Qualities of a Good User Interface Design* [University West]. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:215020/FULLTEXT01.pdf>

Chan, A. H. S., & Chan, K. W. L. (2013). Effects of prospective-user factors and sign design features on guessability of pharmaceutical pictograms. *Patient Education and Counseling*, 90(2), 268–275. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2012.10.009>

Chandra, R., & Guntupalli, C. (2008). *User Interface Design - Methods and Qualities of a Good User Interface Design*. *Undefined*.

Davis, F. D. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems : theory and results. *Undefined*.

de Barros, A. C., Rêgo, S., & Antunes, J. (2014). *Aspects of Human-Centred Design in HCI with Older Adults: Experiences from the Field* (pp. 235–242). [https://doi.org/10.1007/978-3-662-44811-3\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-662-44811-3_14)

Díaz, F. J., Harari, I., & Amadeo, A. P. (2020). Guía de recomendaciones para diseño de software centrado en el usuario. In *Guía de recomendaciones para diseño de software centrado en el usuario*. <https://doi.org/10.35537/10915/32172>

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (2004). *Human–Computer Interaction* (3rd ed.). Pearson Education. <https://doi.org/10.1201/9781420037043>

Dodd, C., Athauda, R., & Adam, M. T. P. (2017). Designing user interfaces for the elderly: A systematic literature review. *Proceedings of the 28th Australasian Conference on Information Systems, ACIS 2017, December*.

Elsahar, Y., Hu, S., Bouazza-Marouf, K., Kerr, D., & Mansor, A. (2019). Augmentative and alternative communication (AAC) advances: A review of configurations for individuals with a speech disability. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 19, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s19081911>



Fallon, K. A., Light, J. C., & Paige, T. K. (2001). Enhancing Vocabulary Selection for Preschoolers Who Require Augmentative and Alternative Communication (AAC). *American Journal of Speech-Language Pathology*, 10(1), 81–94. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2001/010\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2001/010))

Fourcan, K. (2014). USABILITY GUIDELINES FOR USABLE USER INTERFACE. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 03(09), 79–82. <https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0309011>

Galitz, W. O. (2007). The essential guide to chalets. In *Wiley Publishing*.

Gao, Q., & Sun, Q. (2015). Examining the Usability of Touch Screen Gestures for Older and Younger Adults. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 57(5), 835–863. <https://doi.org/10.1177/0018720815581293>

Gilroy, S. P., McCleery, J. P., & Leader, G. (2017). Systematic Review of Methods for Teaching Social and Communicative Behavior with High-Tech Augmentative and Alternative Communication Modalities. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 4(4), 307–320. <https://doi.org/10.1007/s40489-017-0115-3>

Gobierno de Aragón. (2021). *AAC Symbols and shared resources - ARASAAC*. <https://arasaac.org/>

Goodman-Deane, J., Keith, S., & Whitney, G. (2009). HCI and the older population. *Universal Access in the Information Society*, 8(1), 1–3. <https://doi.org/10.1007/s10209-008-0125-0>

Gould, J. D., & Lewis, C. (1983). Designing for usability---key principles and what designers think. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '83*, 28(3), 50–53. <https://doi.org/10.1145/800045.801579>

Gregor, P., Newell, A. F., & Zajicek, M. (2002). *Designing for dynamic diversity*. 151. <https://doi.org/10.1145/638249.638277>

grhsoftware. (2020). *Desarrollo de software con cascada - Software para pymes*. <https://grhsoftware.com/desarrollo-de-software-con-cascada/>

Griffith, J., Dietz, A., & Weissling, K. (2014). Supporting Narrative Retells for People With Aphasia Using Augmentative and Alternative Communication: Photographs or Line Drawings? Text or No Text? *American Journal of Speech-Language Pathology*, 23(2). [https://doi.org/10.1044/2014\\_AJSLP-13-0089](https://doi.org/10.1044/2014_AJSLP-13-0089)

Hassan, Y. (2004). *Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información*. [https://www.researchgate.net/publication/37762986\\_Diseno\\_Web\\_Centrado\\_en\\_el\\_Usuario\\_Usabilidad\\_y\\_Arquitectura\\_de\\_la\\_Information](https://www.researchgate.net/publication/37762986_Diseno_Web_Centrado_en_el_Usuario_Usabilidad_y_Arquitectura_de_la_Information)

Hernández, A., Martínez, C. A., Pérez, M. de J., López, N. Y., & Hernández, U. (2018). *Diseño de Collaguazo Malla Christian Xavier Sánchez Sánchez William Andrés*



interfaces con tecnología táctil para adultos mayores. *Avances En Interacción Humano-Computadora*, 3(1), 79. <https://doi.org/10.47756/aihc.y3i1.53>

Hernández R., Fernández, C. y B. P. (2014). Definición conceptual o constitutiva. *Metodología de La Investigación*, 119–125.

Holyfield, C., Drager, K. D. R., Kremkow, J. M. D., & Light, J. (2017). Systematic review of AAC intervention research for adolescents and adults with autism spectrum disorder. *Augmentative and Alternative Communication*, 33(4), 201–212. <https://doi.org/10.1080/07434618.2017.1370495>

Hopkins, A. (2017). *An Abridged History of UI*. <https://blog.prototypio.io/an-abridged-history-of-ui-7a1d6ce4a324>

Hornero, G., Conde, D., Quílez, M., Domingo, S., Rodríguez, M. P., Romero, B., & Casas, O. (2015). A Wireless Augmentative and Alternative Communication System for People with Speech Disabilities. *IEEE Access*, 3, 1288–1297. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2466110>

Hussain, I., Khan, A., Khan, A., Hussain, S. S., & Rehman, A. (2017). A Survey On Usage Of Touchscreen Versus Mouse For Interaction. *Sci.Int.(Lahore)*, 29(1), 83–88.

International Organization for Standardization. (2020). *ISO 25010*.

ISO. (1998). *ISO 9241-11:1998 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11: Guidance on usability*.

ISO 13407. (1999). *ISO - ISO 13407:1999 - Human-centred design processes for interactive systems*. <https://www.iso.org/standard/21197.html>

ISO 25000. (2020). *NORMAS ISO 25000*. Portal ISO 25000.

Jitnupong, B., & Jirachiefpattana, W. (2018). Information System User Interface Design in Software Services Organization: A Small-Clan Case Study. *MATEC Web of Conferences*, 164. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201816401006>

Jorgensen, A. H. (2008). What Do IT-People Know about the Nordic History of Computers and User Interfaces? A Preliminary Survey. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 303, 38–44. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03757-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03757-3_4)

Keskinen, T., Heimonen, T., Turunen, M., Rajaniemi, J.-P., & Kauppinen, S. (2012). SymbolChat: A flexible picture-based communication platform for users with intellectual disabilities. *Interacting with Computers*, 24(5), 374–386. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2012.06.003>

Kitchenham, B. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*.

Light, J., & McNaughton, D. (2013). Putting people first: Re-thinking the role of technology in Collaguazo Malla Christian Xavier  
Sánchez Sánchez William Andrés



augmentative and alternative communication intervention. *AAC: Augmentative and Alternative Communication*, 29(4), 299–309. <https://doi.org/10.3109/07434618.2013.848935>

LLorens, M. (2003). *Sistema Minspeak de Comunicación Aumentativa. Comunicadores con salida de voz*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=905369>

Logan, K., Iacono, T., & Trembath, D. (2017). A systematic review of research into aided AAC to increase social-communication functions in children with autism spectrum disorder. *AAC: Augmentative and Alternative Communication*, 33(1), 51–64. <https://doi.org/10.1080/07434618.2016.1267795>

Lund, S. K., & Light, J. (2007). Long-term outcomes for individuals who use augmentative and alternative communication: Part III - Contributing factors. *AAC: Augmentative and Alternative Communication*, 23(4), 323–335. <https://doi.org/10.1080/02656730701189123>

Machado, J. (2019). Ecuador tendrá 1,3 millones de adultos mayores a finales de 2020. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/ecuador-adultos-mayores-poblacion/>

Marcus, A. (2015). *HCI and User-Experience Design*. Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6744-0>

Mascheroni, M., & Greiner, C. (2012). *Calidad de software e ingeniería de usabilidad*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/19202>

McMurtrey, M. (2013). A Case Study of the Application of the Systems Development Life Cycle (SDLC) in 21st Century Health Care: Something Old, Something New? *Journal of the Southern Association for Information Systems*, 1(1). <https://doi.org/10.3998/jsais.11880084.0001.103>

Mejía, A., Juárez-Ramírez, R., Inzunza, S., & Valenzuela, R. (2012). Implementing adaptive interfaces. *Proceedings of the CUBE International Information Technology Conference on - CUBE '12*, 598. <https://doi.org/10.1145/2381716.2381831>

Miller, J. M. (2018). *Comunicación Aumentativa y Alternativa*. <https://www.mendoza.edu.ar/wp-content/uploads/2018/04/Comunicación-Aumentativa-y-Alternativa.-Joan-M.-Miller.pdf>

Moffatt, K., Pourshahid, G., & Baecker, R. M. (2017). Augmentative and alternative communication devices for aphasia: the emerging role of “smart” mobile devices. *Universal Access in the Information Society*, 16(1), 115–128. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0428-x>

Moody, D. L. (2001). *A Practical Method for Representing Large Entity Relationship Models, P.h.D. Thesis*. University of Melbourne, Australia.

Motti Ader, L. G., Vigouroux, N., & Gorce, P. (2017). Movement analysis for improving older adults' performances in HCI: Preliminary analysis of movements of the users' wrists during tactile interaction. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial*



*Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 10298, 17–26. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58536-9\_2*

Object Management Group. (2008). *OMG / Object Management Group*. <https://www.omg.org/>

Office Statistics. (2015). *Eurostat Statistics Explained*. <https://doi.org/https://doi.org/2443-8219>

Paulo, C. F., & Correia, P. L. (2008). Traffic Sign Recognition Based on Pictogram Contours. *2008 Ninth International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services*, 67–70. <https://doi.org/10.1109/WIAMIS.2008.31>

Perdrix, F., Granollers, T., & Zubillaga, A. (2003). *Usability Evaluation Applied to a Children's Website*. [https://www.researchgate.net/publication/221053980\\_Usability\\_Evaluation\\_Applied\\_to\\_a\\_Children's\\_Website](https://www.researchgate.net/publication/221053980_Usability_Evaluation_Applied_to_a_Children's_Website)

Poria, S., Cambria, E., Bajpai, R., & Hussain, A. (2017). A review of affective computing: From unimodal analysis to multimodal fusion. *Information Fusion*, 37, 98–125. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2017.02.003>

Portugal, A. M., Ferreira, D. S., Reis, J. S., Pinho, F., & Dias, N. S. (2013). Cognitive intervention protocol for age-related memory impairments. *SeGAH 2013 - IEEE 2nd International Conference on Serious Games and Applications for Health, Book of Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2013.6665310>

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

Roche, L., Zhang, D., Bartl-Pokorny, K. D., Pokorny, F. B., Schuller, B. W., Esposito, G., Bölte, S., Roeyers, H., Poustka, L., Gugatschka, M., Waddington, H., Vollmann, R., Einspieler, C., & Marschik, P. B. (2018). Early Vocal Development in Autism Spectrum Disorder, Rett Syndrome, and Fragile X Syndrome: Insights from Studies Using Retrospective Video Analysis. *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, 2(1), 49–61. <https://doi.org/10.1007/s41252-017-0051-3>

Rummel-Hudson, R. (2011). A Revolution at Their Fingertips. *Perspectives on Augmentative and Alternative Communication*, 20(1), 19–23. <https://doi.org/10.1044/aac20.1.19>

Runeson, P., Höst, M., Rainer, A., & Regnell, B. (2012). *Case Study Research in Software Engineering*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118181034>

Sanchez, W., Collaguazo, C., Prado, D., & Cedillo, P. (2021). UIAAC: A Method for Designing of Graphical User Interface for Augmentative and Alternative Communication. *Proceedings of the 7th International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and E-Health*, 256–264. <https://doi.org/10.5220/0010527602560264>



Sánchez Zhunio, B. C. (2014). *Metodología para la creación de interfaces inteligentes aplicadas a Ambient Assisted Living (AAL)*. 167.

Sastoque, S., Narváez, C., & Garnica, G. (2016). *Metodología para la construcción de Interfaces Gráficas Centradas en el Usuario*.

Saturno, C. E., Ramirez, A. R. G., Conte, M. J., Farhat, M., & Piucco, E. C. (2015). An augmentative and alternative communication tool for children and adolescents with cerebral palsy. *Behaviour and Information Technology*, 34(6), 632–645. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2015.1019567>

Schlosser, R. W., Shane, H., Sorce, J., Koul, R., Bloomfield, E., Debrowski, L., DeLuca, T., Miller, S., Schneider, D., & Neff, A. (2012). Animation of Graphic Symbols Representing Verbs and Prepositions: Effects on Transparency, Name Agreement, and Identification. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(2), 342–358. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0164\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0164))

Schlosser, R. W., & Sigafoos, J. (2002). Selecting graphic symbols for an initial request lexicon: Integrative review. *AAC: Augmentative and Alternative Communication*, 18(2), 102–123. <https://doi.org/10.1080/07434610212331281201>

Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmquist, N., & Diakopoulos, N. (2016). Confessions: Grand challenges for HCI researchers. In *Interactions* (Vol. 23, Issue 5, pp. 24–25). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2977645>

Sommerville, I., Columbus, B., New, I., San, Y., Upper, F., River, S., Cape, A., Dubai, T., Madrid, L., Munich, M., Montreal, P., Delhi, T., São, M. C., Sydney, P., Kong, H., Singapore, S., & Tokyo, T. (2011). *SOFTWARE ENGINEERING Ninth Edition*.

Statista Research Department. (2021, January 20). *U.S. - seniors as a percentage of the population 2050*. Statista Research Department. <https://www.statista.com/statistics/457822/share-of-old-age-population-in-the-total-us-population/>

Tijus, C. (2007). *The design, understanding and usage of pictograms*. [https://www.academia.edu/17367064/The\\_design\\_understanding\\_and\\_usage\\_of\\_pictograms](https://www.academia.edu/17367064/The_design_understanding_and_usage_of_pictograms)

Wallace, S. E., & Mason-Baughman, M. B. (2012). Relationship between distinctive feature knowledge and word retrieval abilities in people with aphasia. *Aphasiology*, 26(10), 1278–1297. <https://doi.org/10.1080/02687038.2012.702886>

Wallach, D., & Scholz, S. C. (2012). *User-Centered Design: Why and How to Put Users First in Software Development* (pp. 11–38). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-31371-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-31371-4_2)

Waller, A. (2019). Telling tales: unlocking the potential of AAC technologies. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 54(2), 159–169. <https://doi.org/10.1111/1460-4067.12811>



6984.12449

Wilkinson, K. M., & Light, J. (2014). Preliminary Study of Gaze Toward Humans in Photographs by Individuals with Autism, Down Syndrome, or Other Intellectual Disabilities: Implications for Design of Visual Scene Displays. *Augmentative and Alternative Communication*, 30(2), 130–146. <https://doi.org/10.3109/07434618.2014.904434>

Wilkinson, K. M., & McIlvane, W. J. (2001). Methods for studying symbolic behavior and category formation: Contributions of stimulus equivalence research. *Developmental Review*, 21(3), 355–374. <https://doi.org/10.1006/drev.2000.0526>

Williams, D. M. (2009). *Designing Educational and Intelligent Human-Computer Interfaces for Older Adults*.

Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., & Wesslén, A. (2012). Introduction. In *Experimentation in Software Engineering* (pp. 3–8). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29044-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29044-2_1)

World Health Organization. (2011). *World Report on Disability*.

World Population Prospects. (2019). *Population Division*. <https://population.un.org/wpp/>



## ANEXOS

### Plantillas y Guías

#### Anexo 1. Terminología y Nomenclatura SPEM

Icono	Nombre	Descripción
	<b>Definición de Rol</b>	Conjunto de habilidades, competencias y responsabilidades relacionadas, de un individuo o de un grupo.
	<b>Definición de Tarea</b>	Unidad de trabajo asignable y gestionable, identificando el trabajo que se lleva a cabo por los roles.
	<b>Definición de Producto de trabajo</b>	Producto empleado o producido por las <i>Tareas</i> . Existen dos tipos de productos: <i>Artefacto</i> , de naturaleza tangible (modelo, documento, código, archivos, etc), y <i>Entregable</i> , para empaquetar productos con fines de entrega a un cliente interno o externo. Se pueden asociar entre ellos mediante relaciones de agregación, composición e impacto.
	<b>Guías</b>	Información adicional relacionada con otros elementos. Los sub-tipos de guías pueden ser: <i>Activo reutilizable</i> , <i>directriz</i> , <i>documentación</i> , <i>plantillas</i> .
	<b>Uso de roles</b>	Representación del <i>Rol</i> que lleva a cabo una <i>Tarea o Actividad</i> dentro de un proceso determinado. Hace referencia a una definición de rol (elemento de contenido).
	<b>Uso de tareas</b>	Representación de una <i>tarea</i> atómica dentro de un proceso determinado. Hace referencia a una definición de un producto de trabajo (elemento de contenido).
	<b>Uso de productos de trabajo</b>	Representación de un <i>Producto de trabajo</i> de entrada o salida, relacionado con una <i>Actividad o Tarea</i> . Hace referencia a una definición de un producto de trabajo (elemento de contenido).
	<b>Actividad</b>	Representación de un conjunto de <i>Tareas y Productos</i> asociados que se ejecutan dentro de un proceso.
	<b>Paso</b>	Describe una parte significativa y constante del trabajo general, descrito para una tarea.



*Anexo 2. Plantilla del perfil de usuario*

Perfil de Usuario		
	Demografía	Objetivos
	Conocimiento tecnológico	:
	Condición de salud	Acciones
	Características	Escenario
Edad: 1-100 Trabajo: Familia: casado, etc Localidad: Ciudad, Estado	:	:

*Anexo 3. Plantilla de requerimientos funcionales*

<b>RF-&lt;id&gt;</b>	<b>&lt;nombre descriptivo&gt;</b> (Identificador y nombre descriptivo: cada requisito funcional debe identificarse por un código único y un nombre descriptivo.)
<b>Versión</b>	<b>&lt;nº de la versión actual&gt; (&lt;fecha de la versión actual&gt;)</b> (Para poder gestionar distintas versiones, este campo contiene el número y la fecha de la versión actual del requisito no funcional)
<b>Autores</b>	<b>&lt;autor de la versión actual&gt; (&lt;organización del autor&gt;)</b> (contienen el nombre y la organización de los autores (normalmente desarrolladores))
<b>Fuentes</b>	<b>&lt;fuente de la versión actual&gt; (&lt;organización de la fuente&gt;)</b> (Las fuentes (clientes o usuarios), de la versión actual del requisito, de forma que la rastreabilidad pueda llegar hasta las personas que propusieron la necesidad del requisito no funcional)
<b>Objetivo</b>	<b>La interfaz deberá &lt;objetivo a cumplir&gt;</b>
<b>Descripción</b>	(completar con la descripción del objetivo)
<b>Entradas</b>	Entradas que la funcionalidad recibirá.
<b>Prioridad</b>	Prioridad e importancia del requerimiento (alta, media, baja)

*Anexo 4. Plantilla de requerimientos no funcionales*

<b>RNF-&lt;id&gt;</b>	<b>&lt;nombre descriptivo&gt;</b> (Identificador y nombre descriptivo: cada requisito no funcional debe identificarse por un código único y un nombre descriptivo.)
<b>Versión</b>	<b>&lt;nº de la versión actual&gt; (&lt;fecha de la versión actual&gt;)</b> (Para poder gestionar distintas versiones, este campo contiene el número y la fecha de la versión actual del requisito no funcional)
<b>Fuentes</b>	<b>&lt;fuente de la versión actual&gt; (&lt;organización de la fuente&gt;)</b> (Las fuentes (clientes o usuarios), de la versión actual del requisito, de forma que la rastreabilidad pueda llegar hasta las personas que propusieron la necesidad del requisito no funcional)
<b>Objetivo</b>	<b>La interfaz deberá &lt;objetivo a cumplir&gt;</b>
<b>Descripción</b>	(completar con la descripción del objetivo)
<b>Prioridad</b>	Prioridad e importancia del requerimiento (alta, media, baja)



## Documentos y salidas de las diferentes fases que componen el método UIAAC

### *Anexo 5. Documento de estructura de proyecto*

# **Diseño de interfaces gráficas para un sistema AAC orientado a la mejora de las capacidades cognitivas de los adultos mayores**

## ***Estructura de proyecto***

### ***Versión 1.0***

#### **Tabla de contenido**

Histórico de revisiones .....	2
1. Introducción.....	2
2. Propósito .....	2
5. Visión general del proyecto .....	2
5.1. Propósito.....	2
5.2. Alcance.....	3
5.3. Restricciones .....	3
5.4. Productos de trabajo del proyecto .....	3
6. Organización de proyectos .....	4
6.1. Estructura organizativa .....	4
6.2. Funciones y responsabilidades .....	4
7. Proceso de gestión.....	6
7.1. Plan de proyecto: plan de fase.....	6
7.2. Monitoreo y Control de Proyectos.....	7
7.3. Plan de cierre .....	7
8. Planes técnicos de procesos .....	7
8.1. Métodos, herramientas y técnicas.....	7



## Historial de revisiones

Fecha	Versión	Descripción	Autor
01/02/2021	1.0	Primera versión de la estructura del proyecto	Christian Collaguazo William Sánchez

### 1. Introducción

Proporcionar características y quienes serán los responsables de las actividades clave del proyecto, permite que su desarrollo se lleve de una forma más organizada; facilitando el cumplimiento efectivo de cada fase. Por esto, es importante crear una estructura de trabajo, en este caso, debe ser estructurada por el experto del dominio en AAC y el jefe de proyecto quienes, mediante una reunión fijarán los elementos más importantes.

### 2. Propósito

Definir las actividades y cómo estas se van a agrupar y coordinar para guiar el proceso de diseño de la interfaz de AAC orientada a adultos mayores. Además, definir los grupos de trabajo, recursos y materias para las posteriores fases del diseño; con el fin de optimizar el tiempo y recursos a invertir.

### 3. Alcance

Este documento, pretende guiar y definir la estructura del proceso de diseño de interfaces para aplicaciones AAC haciendo uso del método UIAAC.

### 4. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

- AAC: (Augmentative and Alternative Communication), Comunicación Aumentativa y Alternativa.
- Pictogramas: Son dibujos figurativos, que se utilizan para transmitir información de manera directa, indicar un objeto, verbo, lugar o expresar una idea.
- Interfaz gráfica de usuario: es el entorno visual de imágenes y objetos mediante el cual una máquina y un usuario interactúan.
- Prototipo: Boceto del diseño de la aplicación a ser creada.
- Usabilidad: Cualidad de un programa informático que son sencillos de usar.
- Accesibilidad: Se refiere al grado en el que las propiedades de un programa de ordenador, o sistema informático, permiten que sea utilizado por la variedad más amplia de usuarios.

### 5. Visión general del proyecto

#### 5.1. Propósito

Diseñar interfaces gráficas para un sistema AAC Web que tiene el fin de proporcionar ayuda en la comunicación y toma de decisiones para adultos mayores que requieran expresar sus necesidades de alimentación y estado de ánimo.



## 5.2. Alcance

Combinar cual es la visión del proyecto y los resultados esperados a partir de una exploración, debe derivar en un conocimiento amplio sobre cuales son las necesidades y problemas de los usuarios finales; para poder crear un perfil de usuario capaz de orientar a todo el diseño. El alcance, trata de proveer las especificaciones de usuario, el escenario de interacción, los objetivos y limitaciones.

### Necesidades y problemas de los usuarios

Comprender el dominio, permite identificar cuáles son las necesidades y problemas que el usuario presenta. En este caso a partir de una conversación y análisis fue posible establecer las siguientes necesidades y problemas:

#### Necesidades

- Comunicar correctamente el alimento que prefiere en ese instante.
- Expresar su estado de ánimo.

#### Problemas

- El usuario no es capaz de comunicar por sí solo, cuál es el alimento que desea. Por lo que necesita tener opciones visibles de las cuales podrá escoger una o varias.
- No puede expresar cuál es su estado de ánimo, lo que conlleva a una frustración. Igual que en el caso anterior necesita de opciones para poder escoger una de ellas e indicar como se siente en ese momento.

#### Objetivos

- Proveer una interfaz que cumpla con los requerimientos establecidos.
- Diseñar una interfaz acorde a los criterios de usabilidad
- Diseñar una interfaz que apoye en el aumento de las capacidades comunicativas de los usuarios.
- Cumplir con las fases del método UIAAC para el diseño e implementación de la interfaz gráfica AAC.

## 5.3. Restricciones

- Debido al límite de tiempo, se debe usar la metodología en cascada para la fase de implementación de la interfaz.
- La interfaz está orientada para una aplicación web.
- Los diseñadores, programadores, expertos del dominio y jefe de proyecto van a ser responsabilidad únicamente de dos personas.

## 5.4. Productos de trabajo del proyecto

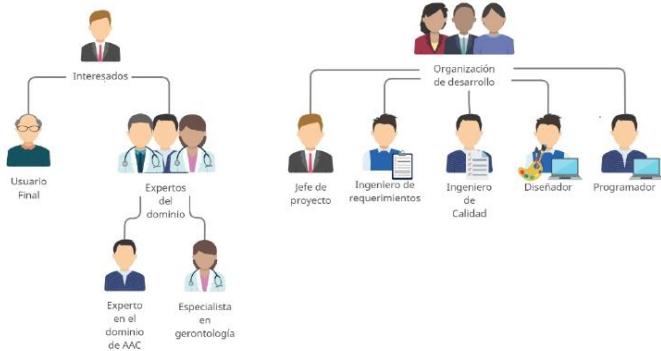
- Estructura de trabajo
- Perfil de usuario
- Definición de escenario
- Especificación de requerimientos
- Listado de pictogramas
- Definición de vocabulario y mensajes



- Diseño conceptual
- Prototipos de interfaz
- Prototipo final
- Documentación

## 6. Organización de proyectos

### 6.1. Estructura organizativa



### 6.2. Funciones y responsabilidades

Rol	Descripción	Labores
<b>Jefe de Proyecto</b>	<p>Es el responsable de que se cumplan las metas y objetivos del proyecto en cada una de las fases que componen el método.</p> <p>El jefe de proyecto debe contar con los conocimientos necesarios del dominio del proyecto y debe intervenir en las diferentes fases con sus conocimientos, además de controlar el cumplimiento de las mismas.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Establecer las actividades</li><li>2. Administrar los recursos</li><li>3. Diseñar el perfil del usuario</li><li>4. Crear una estructura de trabajo</li><li>5. Crea un modelo de interacción</li><li>6. Verificar que se cumplan cada una de las tareas y actividades de AMDGIAAC</li></ol>
<b>Experto en HCI</b>	<p>El experto en HCI se encarga de ver que los aspectos de usabilidad dentro del diseño y evolución de la interfaz se cumplan con el fin que el proyecto tenga éxito.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ayudar a los diseñadores a que se cumplan los principios de usabilidad.</li><li>2. Comprender como el entorno del usuario afecta a la interacción humano-computador.</li><li>3. Debe conseguir que la interacción sea eficiente, segura y efectiva</li><li>4. Se encarga diseño de estructura o diseño conceptual, en conjunto del jefe del proyecto y el experto del dominio.</li><li>5. En conjunto con el diseñador con el diseñador se encardo</li></ol>
<b>Ingeniero de Calidad</b>	<p>Es el encargado aplicar y hacer cumplir las normas de calidad acordes al diseño de una interfaz, el mismo debe interactuar con el usuario final, el experto en el</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Asesorar a los participantes del diseño, para asegurar la calidad de los requerimientos.</li><li>2. Cumplir con los requerimientos de calidad (Usabilidad, Accesibilidad)</li></ol>



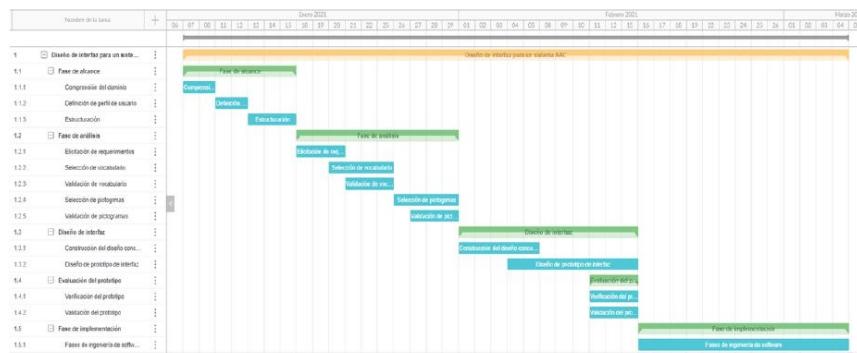
	<p>dominio AAC y el especialista en gerontología; con la finalidad de cumplir con los requerimientos establecidos. Además, el ingeniero de calidad debe contar con el conocimiento suficiente sobre la interacción humano computador para que el producto tenga éxito, y debe asegurar que se cumplan las "tres palabras de uso" que son (dix, 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La interfaz debe ser útil, es decir que cumpla con su finalidad.</li><li>• La interfaz debe ser utilizable, es decir que sea fácil e intuitiva de usar.</li><li>• La interfaz debe ser usada, es decir usuario en este caso el adulto mayor quiera usar la interfaz.</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>3. Comprender como el entorno del usuario afecta a la interacción humano-computador.</li><li>4. Se encarga diseño de estructura o diseño conceptual, en conjunto del jefe del proyecto y el experto del dominio.</li><li>5. Evaluar los requerimientos y reportar deficiencias encontradas.</li></ol>
<b>Ingeniero de Requerimientos</b>	Es el encargado de obtener, analizar, gestionar y evaluar los requerimientos del usuario final, y del proyecto. Debe ser capaz de identificar los requerimientos menos adecuados para su replanteamiento, además debe documentar los requerimientos especificados.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Recopilar los requerimientos, con ayuda del jefe de proyecto y especialista en gerontología.</li><li>2. Analizar, evaluar y validar los requerimientos para garantizar que sean los correctos.</li><li>3. Documentar los requerimientos finales.</li></ol>
<b>Diseñador de Interfaces</b>	Debe definir los lineamientos visuales, aplicando bases teóricas, resultados del análisis del comportamiento de los usuarios y los requerimientos. Su principal objetivo es configurar la mejor experiencia posible para el usuario final.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definir los elementos visuales</li><li>2. Diseñar las interfaces</li><li>3. Construir el prototipo</li></ol>
<b>Usuario Final</b>	El usuario final, representa al adulto mayor que necesita e interactuará con la interfaz de AAC para cubrir su déficit de comunicación; para esto, se realiza un análisis de su estado actual (físico, mental, emocional).	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ser objeto de observación</li><li>2. Probar el prototipo</li><li>3.</li></ol>
<b>Experto del Dominio de AAC</b>	Aquella persona que posee conocimiento amplio sobre un tema determinado, se considera como un experto de dominio; en este caso, el experto es la persona que conoce el tema de la comunicación aumentativa y alternativa; y sus diferentes subtemas como las herramientas, los componentes, las especificaciones propias de un usuario AAC, entre otros. El experto será el encargado de proporcionar la información necesaria para tener claro el dominio de la AAC.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Brindar información relevante para entender el dominio.</li><li>2. Definir el vocabulario acorde a los requerimientos.</li><li>3. Definir y elaborar los mensajes, en base a los requerimientos.</li><li>4. Seleccionar los criterios para elegir pictogramas adecuados.</li><li>5. Organización y disposición de pictogramas.</li></ol>
<b>Programador</b>	Se encarga de implementar la interfaz a un producto de software tangible, por lo cual debe cumplir con las fases de la metodología de desarrollo de software a elegir en la fase de implementación, por lo que deberá tener un amplio conocimiento en lenguajes de	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Implementar la interfaz.</li><li>2. Entregar la documentación producto final de la fase de implementación.</li></ol>



	programación, ingeniería de software, base de datos, etc.	
<b>Experto en Gerontología</b>	Los especialistas en gerontología, son profesionales están capacitados para brindar sus servicios a adultos mayores en temas relacionados con el desarrollo del envejecimiento desde diferentes áreas de conocimiento: odontología, psicología, enfermería y el trabajo social que estudian y pueden recibir la certificación en gerontología. Esta disciplina científica aborda el proceso de envejecimiento en todas sus dimensiones: biológicas, psíquicas, sociales, económicas, legales, entre otras.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir el perfil del usuario</li> <li>2. Definir los escenarios de interacción.</li> <li>3. Interviene en la selección de vocabulario y pictogramas.</li> </ol>

## 7. Proceso de gestión

### 7.1. Plan de proyecto: plan de fase



El plan de fase desglosa las diferentes actividades del proyecto en una línea de tiempo, de esta forma se posible asignar tiempos límite para cada una de las fases y organizar de mejor forma el desarrollo del proyecto.

#### Objetivos de iteración

El método de desarrollo incluye algunas fases iterativas, mismas que se detallan a continuación:

- Dentro de la fase de análisis es necesario validar los requisitos, por lo tanto, la fase de elicitación de requisitos es iterativa.
- La fase de selección y validación de vocabulario también es iterativa, puesto que se debe tener claro el vocabulario específico que acompañará a los pictogramas en el diseño de la interfaz.



- La selección y validación de pictogramas debe ser iterativa, hasta que se consiga una lista de pictogramas ideales para un mejor entendimiento e interacción por parte del usuario.
- En caso de que no se valide los pictogramas en un número límite de iteraciones, se deberá retornar a la fase delicitación de requerimientos.
- La fase de diseño del prototipo es iterativa y debe asegurar que el prototipo diseñado cumpla con todos los requerimientos. Esta fase, va de la mano con la fase de evaluación de prototipo, la cual se encarga de validar el prototipo diseñado; en caso de no ser válido se regresa a la fase de diseño, donde se crea una nueva versión de prototipo mejorada hasta que se cumpla con los esperado.
- La fase de implementación, comprende las fases de desarrollo de software para las cuales se aplicarán los procesos iterativos en las actividades necesarias.

Descripciones de las versiones de prototipo en caso de que existan.

#### 7.2. Monitoreo y Control de Proyectos

##### Plan de Gestión de Requerimientos

Este consta del documento con la especificación de requerimientos, que se creara en la ejecución del proyecto.

##### Plan de Control de Calidad

Para validar los requerimientos se sigue la fase delicitación de requerimientos, misma que comprenden las tareas de recolección, análisis, clasificación, verificación y validación de requerimientos. De esta forma se asegura que los requerimientos cumplan con la calidad correspondiente.

#### 7.3. Plan de cierre

El Proyecto se dará por finalizado una vez que se obtenga un resultado ideal y acorde a las especificaciones planteadas en la fase de análisis. Este resulta deriva en un prototipo que cumpla con los requerimiento y expectativas de los interesados.

## 8. Planes técnicos de procesos

### 8.1. Métodos, herramientas y técnicas

- Plantilla de perfil de usuario
- Guía de gestión de proyectos
- Plantilla de requerimientos
- Guía para la selección de vocabulario
- Guía para la elección de pictogramas
- Criterios de usabilidad y accesibilidad
- Herramientas para creación de prototipos



*Anexo 6. Documento de especificación de requerimientos*

## **Especificación de requerimientos para el diseño de la interfaz de un sistema AAC orientado a mejorar las capacidades cognitivas de los adultos mayores.**

### ***Especificación de requerimientos de la interfaz para la AAC Versión 1.0***

#### **Tabla de contenido**

Historial de revisiones .....	1
Información del Proyecto .....	1
1.    Introducción.....	2
1.1.    Propósito.....	2
1.2.    Alcance.....	2
1.3.    Objetivos .....	2
2.    Descripción general .....	2
2.1.    Características del usuario .....	2
2.2.    Características de la interfaz.....	2
2.3.    Requerimientos.....	3

#### **Historial de revisiones**

Fecha	Versión	Autor	Organización	Descripción
02/04/2021	Alfa	Christian Collaguazo, William Sánchez	Universidad de Cuenca	Levantamiento de requerimientos de VitaApp

#### **Información del Proyecto**

Empresa / Organización	Universidad de Cuenca
Proyecto	VitaApp



<b>Fecha de preparación</b>	02/04/2021
<b>Cliente</b>	Grupo de Investigación
<b>Patrocinador principal</b>	
<b>Gerente / Líder de Proyecto</b>	Christian Collaguazo, William Sánchez
<b>Gerente / Líder de Análisis de negocio y requerimientos</b>	Christian Collaguazo, William Sánchez

## 1. Introducción

La especificación de requerimientos para el diseño de la interfaz, tiene el objetivo de recolectar la información necesaria para su diseño, y servirá como guía para el diseñador de la interfaz. Este documento posee los objetivos, requerimientos funcionales y no funcionales para el diseño de la interfaz.

### 1.1. Propósito

Expresar claramente y de forma detalla, cuáles son las necesidades del usuario final en cuanto a la interfaz; además este documento servirá como base para las fases del método UIAAC.

### 1.2. Alcance

Diseñar una interfaz que permita a los adultos mayores mejorar sus capacidades cognitivas a través de la selección de elementos representados en pictogramas.

### 1.3. Objetivos

1. Diseñar una interfaz de calidad (usabilidad).
2. Diseñar una interfaz con todas las características que los requerimientos proponen.

## 2. Descripción general

### 2.1. Características del usuario

Este tipo de interfaces está orientado a personas de la tercera edad que presenten déficit en el habla y en la comunicación; por lo que requieren de soluciones distintas a las convencionales, en este caso soluciones AAC. Sin embargo, resulta amplio el ámbito para el cual se pueden diseñar soluciones AAC, por lo que es necesario definir el dominio específico al cual se orienta la interfaz.

El usuario final presenta una discapacidad intelectual, por lo que, experimenta déficits en el funcionamiento intelectual, tal como en el razonamiento, solución de problemas, planificación, pensamiento abstracto, toma de decisiones, aprendizaje por la propia experiencia. Estas dificultades causan problemas a nivel emocional, teniendo dificultad para expresar sus necesidades e identificar sus emociones.

### 2.2. Características de la interfaz

La interfaz consiste en un conjunto de paneles, a los cuales se puede acceder dependiendo de la necesidad del usuario. Cada panel, presenta una cuadrícula con pictogramas sobre un dominio específico, que se pueden seleccionar según lo que el usuario necesita. Los pictogramas se agruparán según su función (pictogramas de ayuda, pictogramas del dominio, pictogramas de opciones). Cada pictograma seleccionado, será almacenado



en una cola, que se encontrará en la parte superior del panel. Además, será posible eliminar o modificar la selección de pictogramas en caso de algún error. Finalmente, una vez creado el mensaje el usuario podrá enviarlo directamente a su cuidador, de tal forma que se le pueda brindar la ayuda necesaria. Estas características se repiten para cada categoría diferente.

### 2.3. Requerimientos

#### Requerimientos funcionales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
RF-1	La interfaz debe mostrar un menú general que muestre las diferentes opciones de pictogramas referentes a un dominio en particular.
RF-2	La interfaz gráfica debe mostrar una cuadrícula de pictogramas de un dominio en particular.
RF-3	Cada pictograma seleccionado, se agregará a una cola para posteriormente ser mostrada en un sub panel horizontal en la parte superior del panel principal.
RF-4	La interfaz debe contener las opciones para eliminar los pictogramas de la cola, en caso de algún error de selección
RF-5	Al momento de seleccionar algún pictograma, este emitirá un sonido que describa la opción escogida.
RF-6	Debe existir una opción para regresar y navegar entre las diferentes pantallas.

#### Requerimientos no funcionales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
RNF-1	El tamaño mínimo de pantalla tiene que ser de 768px
RNF-2	La interfaz debe ser responsive
RNF-3	La interfaz debe ser visualizada en los principales navegadores web
RNF-4	La implementación se debe maquetar mediante HTML5 y CSS3
RNF-5	El idioma de salida del audio debe ser en español y con un tono de voz entendible
RNF-6	La interfaz debe cumplir con características de usabilidad y accesibilidad.

#### Especificación de requerimientos funcionales

<b>RF-01</b>	Mostrar menú general con las opciones
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase de análisis y diseño
<b>Fuentes</b>	Experto en AAC, especialista en gerontología
<b>Objetivos</b>	Brindar la posibilidad de elegir entre diferentes opciones de dominio
<b>Descripción</b>	Que se pueda escoger entre varias opciones de dominio (alimentación, vestimenta, etc)
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF-02</b>	Mostrar cuadrícula con pictogramas de acuerdo al dominio
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase de análisis y diseño
<b>Fuentes</b>	Experto en AAC, especialista en gerontología, jefe de proyecto
<b>Objetivos</b>	Presentar una cuadrícula organizada y entendible



<b>Descripción</b>	La cuadricula estará adecuada y organizada para su facilitar el uso y selección de pictogramas
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF-03</b>	Cola de pictogramas seleccionados
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase de análisis y diseño
<b>Fuentes</b>	Experto en AAC, especialista en gerontología, usuario final
<b>Objetivos asociados</b>	Organizar los pictogramas de tal forma que se pueda generar un mensaje entendible.
<b>Descripción</b>	Este panel se encarga de separar únicamente los pictogramas seleccionados por el usuario.
<b>Prioridad</b>	Media

<b>RF-04</b>	Administración de cola de pictogramas
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase de análisis y diseño
<b>Fuentes</b>	Experto en AAC, especialista en gerontología
<b>Objetivos asociados</b>	Permitir eliminar pictogramas que se hayan elegido de forma errónea.
<b>Descripción</b>	Opciones para eliminar y corregir la selección de los pictogramas
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF-05</b>	Salida de voz
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase de análisis, diseño e implementación
<b>Fuentes</b>	Experto en AAC, especialista en gerontología, jefe de proyecto
<b>Objetivos asociados</b>	Emitir un sonido acorde al pictograma seleccionado, para que el usuario esté seguro de su elección
<b>Descripción</b>	Cuando el usuario seleccione un pictograma, se emitirá una salida de voz con el significado del pictograma
<b>Prioridad</b>	Baja

<b>RF-06</b>	Navegación entre pantallas
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase de análisis, diseño e implementación
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivos asociados</b>	Permitir navegar entre las diferentes pantallas y escoger entre las diferentes opciones disponibles.
<b>Descripción</b>	Cuando el usuario desee podrá cambiar de pantalla, según la situación
<b>Prioridad</b>	Alta



Especificación de requerimientos no funcionales

<b>RNF-01</b>	Tamaño mínimo de pantalla
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase de análisis, diseño e implementación
<b>Fuentes</b>	Experto en AAC, jefe de proyecto, ingeniero de calidad
<b>Objetivos asociados</b>	Restringir el tamaño mínimo de pantalla para que la interfaz cumpla con los requerimientos de calidad.
<b>Descripción</b>	Cuando la interfaz adquiera un tamaño menor al establecido como límite, se emite un mensaje
<b>Prioridad</b>	Medio
<b>RNF-02</b>	Pantalla responsiva
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase diseño e implementación
<b>Fuentes</b>	jefe de proyecto, ingeniero de calidad, diseñador
<b>Objetivos asociados</b>	Adaptar la interfaz a los diferentes tamaños de pantalla para que la interfaz cumpla con los requerimientos de calidad.
<b>Descripción</b>	La interfaz se adapta a diferentes tamaños de pantallas permitidos, sin perder su calidad
<b>Prioridad</b>	Media
<b>RNF-03</b>	Visualización de la interfaz
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase diseño e implementación
<b>Fuentes</b>	Programador, jefe de proyecto
<b>Objetivos asociados</b>	La interfaz debe funcionar correctamente sin distinción del navegador web
<b>Descripción</b>	Cuando se ejecute la aplicación en diferentes navegadores, ésta debe ser capaz de funcionar de manera óptima.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>RNF-04</b>	Maquetado en HTML5 Y CCS3
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la de implementación
<b>Fuentes</b>	Programador, jefe de proyecto
<b>Objetivos asociados</b>	Desarrollar la app usando HTML5 Y CCS3 como base
<b>Descripción</b>	Usar como base de desarrollo HTML5 Y CCS3
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>RNF-05</b>	Idioma de salida
<b>Versión</b>	1.0



<b>Autores</b>	Implicados en la fase de implementación
<b>Fuentes</b>	jefe de proyecto, programador
<b>Objetivos asociados</b>	El idioma de salida debe ser en español y entendible
<b>Descripción</b>	Agregar el idioma español y con un audio entendible para facilitar la interacción y retroalimentación
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RNF-06</b>	Calidad en la interfaz
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Implicados en la fase de análisis, diseño e implementación
<b>Fuentes</b>	Experto en AAC, jefe de proyecto, ingeniero de calidad
<b>Objetivos asociados</b>	La interfaz debe cumplir con características de usabilidad y accesibilidad.
<b>Descripción</b>	Toda la interfaz de la aplicación debe cumplir con los criterios de usabilidad, para brindar un producto de calidad.
<b>Prioridad</b>	Alta



*Anexo 7. Documento de selección de vocabulario y pictogramas*

## Documento de elección de vocabulario y pictogramas

### Tabla de contenido

HOJA DE CONTROL .....	1
1. Propósito .....	1
2. Alimentación.....	1
3. Lista de pictogramas a usar .....	3

### HOJA DE CONTROL

Organismo	Universidad de Cuenca
Proyecto	Tesis AAC
Entregable	Guía para la selección de vocabulario
Autor	Christian Collaguazo, William Sánchez

### 1. Propósito

Hacer un inventario de los entornos y actividades en los que el usuario necesita comunicarse. Este proceso se debe realizar para cada dominio para el cual se va a diseñar la interfaz, en este caso nos enfocamos en la alimentación; ya que es el dominio al que va destinada principalmente la interfaz en base al caso presentado por el interesado. Cabe recalcar, que las emociones van incluidas para todos los dominios que vayan a ser implementados.

### 2. Alimentación

**Tabla 1** Características del entorno del usuario

ENTORNO	ACTIVIDAD
Solicitar alimentos	El usuario hace saber que necesita alimentación.
Opciones de alimentos disponibles	El usuario observa las diferentes opciones disponibles

1



Elección de alimentos	El usuario selecciona el o los alimentos que desea
Opciones de estados de ánimo	El usuario observa los diferentes estados de ánimo.
Estado de ánimo	El usuario escoge el estado de ánimo que experimenta en ese momento

- Revisar listas de palabras estándar para crear una lista de vocabulario básico (es decir, palabras de uso común en una situación).

En este escenario en particular, el usuario tendrá tres tipos de situaciones en las que necesita de un vocabulario específico:

- El primero en cuanto a la alimentación: Los alimentos serán representados con un vocabulario estándar según la región (en este caso Ecuador), propio del tipo de alimento disponible, ejemplo:
  - Manzana -> manzana
  - Carne -> carne
  - Zarzamora -> mora
  - Leche -> leche
- El segundo para acciones: para establecer un vocabulario acorde el dominio y que represente adecuadamente las acciones, se toma como guía el **vocabulario núcleo** (conjunto de palabras de uso frecuente, de gran utilidad para la comunicación, que permiten un mayor desarrollo del lenguaje).
- El tercero para emociones: para definir el lenguaje que represente las emociones, se usa el lenguaje común de acuerdo a la emoción que experimente el usuario, ejemplo:
  - Feliz -> feliz
  - Triste -> triste
  - Enojado -> enojado

- Compilar una lista de palabras y frases que se cree que son potencialmente útiles para la persona que usa AAC

**Tabla 2** Lista de vocabulario a ser usada en la interfaz AAC

Alimentos	Emociones	Ayudas
<ul style="list-style-type: none"><li>- Frutas<ul style="list-style-type: none"><li>■ Manzana</li><li>■ Pera</li><li>■ Durazno</li><li>■ Uvas</li><li>■ Naranja</li><li>■ Mora</li><li>■ Piña</li><li>■ Sandia</li><li>■ Fresa</li><li>■ Mango</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Feliz</li><li>- Enojado</li><li>- Triste</li><li>- Miedo</li><li>- Dolor</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Yo</li><li>- Me</li><li>- Siento</li><li>- Estoy</li><li>- Con</li><li>- No</li><li>- Si</li><li>- Tu</li><li>- Me gusta</li><li>- No me gusta</li><li>- Gusta</li><li>- Quiero</li></ul>



- Lácteos	- No quiero
▪ Leche	- Quieres
▪ Yogurt	- Hay
▪ Queso	- Yo no hay
▪ Mantequilla	
▪ Crema	
▪ Helado	
- Carnes	
▪ Res	
▪ Pollo	
▪ Pescado	
▪ Camarón	
▪ Huevos	
- Cereales	
▪ Frejol	
▪ Pan	
▪ Maíz	
▪ Cereal	
▪ Arroz	
- Salsas	
▪ Sal	
▪ Salsa de Tomate	
▪ Mayonesa	
▪ Aceite	
- Salsas	
▪ Sal	
▪ Salsa de Tomate	
▪ Mayonesa	
▪ Aceite	
- Verduras	
▪ Tomate	
▪ Cebolla	
▪ Ajo	
▪ Lechuga	
▪ Brócoli	

### 3. Lista de pictogramas a usar

La lista de pictogramas que se usará dentro del prototipo de la interfaz se encuentra cargada en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/10VzwtZm8A18LvimGuryqc4pndXRp-rMM?usp=sharing>

La Estructura de carpetas es la siguiente:



**Figura 1** Estructura de los directorios que contienen a los pictogramas



Cada carpeta contiene pictogramas para ayudas, sentimientos y alimentos. En cuanto a los alimentos y sentimientos debe haber un pictograma general que diferencie a estas categorías individualmente. Los alimentos a su vez se dividen en subcategorías las cuales contienen sus propios pictogramas.

**Figura 2** Estructura de directorios y pictograma principal de la categoría de alimentos.



**Figura 3** Parte de los pictogramas que conforman la subcategoría de frutas dentro de alimentos.

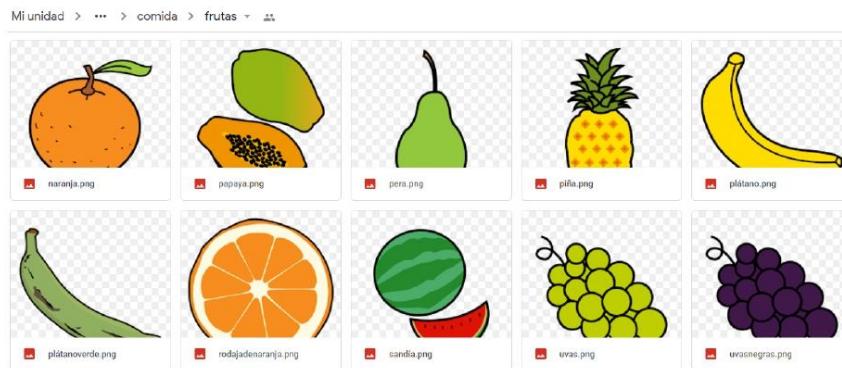




Figura 4 Parte de los pictogramas que conforman la categoría de sentimientos.

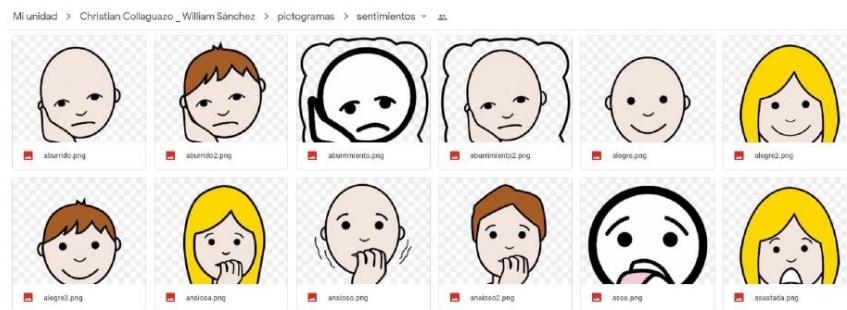


Figura 5 Parte de los pictogramas que conforman el directorio de ayudas.





*Anexo 8. Documento de especificación de requerimientos del sistema completo VitaApp*

# VITA APP

Tecnología Inclusiva

## Documento de requerimientos de software

*VitaApp*

*Fecha: 02/04/2021*



## Tabla de contenido

Histórico de Versiones .....	3
Información del Proyecto .....	3
1. Propósito .....	3
2. Alcance del producto / Software .....	3
3. Referencias .....	3
4. Funcionalidades del producto .....	4
5. Clases y características de usuarios .....	4
6. Entorno operativo.....	5
7. Requerimientos funcionales .....	5
7.1. Gestión de usuarios .....	5
7.2. Funcionalidad de VitaApp Admin.....	7
7.3. Funcionalidad de VitaApp Carer .....	9
7.4. Funcionalidad de VitaApp Elderly.....	13
8. Reglas de negocio .....	14
9. Requerimientos de interfaces externas.....	15
9.1. Interfaces de usuario .....	15
9.2. Interfaces de Hardware y de Software .....	17
9.3. Interfaces de comunicación .....	17
10. Requerimientos no funcionales.....	17



## Historial de Versiones

Fecha	Versión	Autor	Organización	Descripción
02/04/2021	Alfa	Christian Collaguazo, William Sanchez	Universidad de Cuenca	Levantamiento de requerimientos de VitaApp

## Información del Proyecto

Empresa / Organización	Universidad de Cuenca
Proyecto	VitaApp
Fecha de preparación	02/04/2021
Cliente	Grupo de Investigación
Patrocinador principal	Universidad de Cuenca
Gerente / Líder de Proyecto	Christian Collaguazo, William Sanchez
Gerente / Líder de Análisis de negocio y requerimientos	Christian Collaguazo, William Sanchez

### 1. Propósito

El proyecto VitaApp forma parte de la ultima fase de la metodología UIAAC descrita en el trabajo de titulación “Método para el diseño de interfaces de usuario orientadas al adulto mayor, que incluyen modalidades de comunicación aumentativa y alternativa simbólica soportadas por medios tecnológicos” (Sanchez et al., 2021).

Se plantea la creación de tres aplicaciones web, con el fin de implementar la interfaz propuesta en la fase de diseño del método seguido y que se puede encontrar en el siguiente enlace:

<https://www.figma.com/proto/8Q5ug4phqI3ZTzS38gFvXv/Prototipo-AAC-Tesis>.

Las aplicaciones están pensadas que sirvan como ayuda para crear interfaces AAC orientadas a adultos mayores de forma general por lo cual VitaApp se dividirá en tres aplicaciones web:

- **VitaApp Admin:** Sirve para ingresar pictogramas de forma general y que puedan ser categorizados, para su uso y selección por parte de un usuario que se encargue del cuidado de un adulto mayor.
- **VitaApp Caret:** Sirve para que un cuidador que este bajo el cuidado de uno o varios adultos mayores pueda personalizar tableros AAC para cada uno de ellos.
- **VitaAdd Elderly:** Es la implementación del panel AAC que se diseño en la tercera fase del método (Fase de Diseño) y que sirve para que el adulto mayor pueda crear mensajes con la ayuda de la herramienta sin necesidad de usar medios tradicionales como el hablo o gestos.

### 2. Alcance del producto / Software

El propósito del software es ayudar a completar las capacidades comunicativas de un adulto mayor por medio de sistemas AAC y que además ayuden a sus cuidadores a crear y personalizar la interfaz de un sistema AAC que este orientados a ellos sin necesidad de que tengan algún tipo de conocimiento en programación o desarrollo web. El sistema ayuda a crear interfaces AAC y funcionales para ayudar a la comunicación de un adulto mayor, además permitirá ser escalable para agregar mas funcionalidad en el futuro.

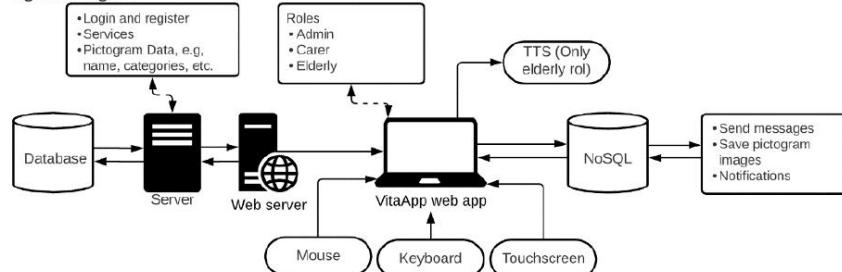
### 3. Referencias



Sanchez, W., Collaguazo, C., Prado, D., & Cedillo, P. (2021). UIAAC: A Method for Designing of Graphical User Interface for Augmentative and Alternative Communication. *Proceedings of the 7th International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and E-Health*, 256–264. <https://doi.org/10.5220/0010527602560264>

#### 4. Funcionalidades del producto

VitaApp será un sistema Web que contará con una arquitectura cliente servidor y que se muestra en la siguiente figura:



Se contará con una base de datos relacional donde se guarda información de los pictogramas y usuarios. En cuanto a los tipos de usuario se dividen en tres perfiles:

- Admin: Ingres y categoriza los pictogramas, mensajes, colores y ayudas que se verá en un panel AAC.
- Carer: Registra a adultos mayores a su cuidado, asigna categorías y ayudas. Además, puede personalizar los pictogramas generales ingresados por los administradores, así como su mensaje, su color y posición en el panel final de un adulto mayor. Finalmente, debe recibir notificación de mensajes que sean enviados por el adulto mayor, así como de ver el contenido de los mensajes recibidos en tiempo real.
- Elderly: Hace uso del panel personalizado por su cuidador, puede navegar entre diferentes categorías y formar mensajes los cuales serán enviados a su cuidador en tiempo real.

#### 5. Clases y características de usuarios

Los usuarios se dividen en tres tipos:

- Administradores (Admin):
  - o Se debe registrar internamente y solo puede ser accedido por la o las personas a las que se le asigne este rol.
  - o Debe categorizar los pictogramas en dos niveles Categorías -> Subcategorías -> Pictogramas.
  - o Las subcategorías deben tener dentro de ellas pictogramas que la formen por ej: categoría: alimento -> subcategoría -> carnes -> pictogramas: carne de res, carne de pollo, etc.
  - o Cada categoría debe tener ser diferenciada por un color (no importa que se repita).
  - o El administrador debe ser capaz de acceder a datos estadísticos de la aplicación.
  - o El administrador debe ingresar el mayor número de ayudas que sirvan para dar sentido a los mensajes formados.
- Cuidadores (Carer):
  - o Debe registrarse previamente a la plataforma web VitaApp, con sus datos personales, correo y contraseña.



- Dentro de la plataforma debe registrar a los adultos mayores bajo su cuidado.
- Debe personalizar las categorías a ser usadas por los adultos mayores con el fin de que sea lo mas entendible para ellos.
- Al momento de registrar a un adulto mayor le debe asignar un nombre de usuario único, para que este pueda acceder a la plataforma web asignada para ellos.
- Entre lo que puede modificar dentro de la aplicación consta de las categorías, subcategorías y pictogramas es el nombre, color, descripción.
- De igual forma para las ayudas se pueden crear varios grupos de estas con el fin de que se visualicen en el panel AAC final del adulto mayor.
- Con las categorías y ayudas personalizadas el cuidador puede crear un panel AAC divido en 3 áreas principales: Área 1 -> ayudas; Área 2 -> pictogramas de una subcategoría; Área 3 -> subcategorías.
- Los pictogramas que formen el área 1 y área 2 deben poder cambiarse de lugar y ser ordenados de acuerdo a los criterios de los cuidadores.
- Las subcategorías del área 3 deben estar ordenadas en orden alfabético.
- El cuidador puede asignar 1 a n paneles AAC creados previamente a un adulto mayor.
- Debe recibir alertas y mensajes en tiempo real que son creados por los adultos mayores.
- Adulto Mayor (Elderly)
  - Debe ingresar a la plataforma mediante el nombre de usuario asignado por el cuidador.
  - En la primera pantalla vera las categorías que su cuidador le ha asignado.
  - Al dar clic sobre una categoría se le habrá el panel AAC de la categoría seleccionada.
- El panel AAC del adulto mayor se compone de 5 áreas:
  - Área 1: Ayudas.
  - Área 2: Pictogramas que conforman una subcategoría.
  - Área 3: Subcategorías de una categoría
  - Área 4: Botones de gestión de mensaje: borrado y enviado.
  - Área 5: Visualizador del mensaje que se va formando.

## 6. Entorno operativo

El entorno operativo está pensado para ser desplegado en un entorno web, por lo tanto:

- Las aplicaciones deben funcionar correctamente en las versiones mas recientes de los navegadores web, se excluye la compatibilidad con Internet Explorer. La aplicación se desarrollará en el framework Angular para cumplir este requisito.
- En cuanto al back-end se desarrollará con el framework de Spring para Java en su versión 15.
- Las bases de datos a usar serán:
  - Relacional: PostgreSQL
  - No Relacional: Firestore, Firebase Storage.

## 7. Requerimientos funcionales

### 7.1. Gestión de usuarios

RF 1	Registro de administradores
Versión	1.0
Autores	Jefe de proyecto
Fuentes	Jefe de proyecto



<b>Objetivo</b>	Registrar a los administradores.
<b>Descripción</b>	Este registro servirá para ingresar al sitio web de los administradores, no se puede acceder a las demás funciones del sistema sin este requerimiento. Por el momento no se necesita un módulo grafico para el registro, si no directamente desde una petición HTTP.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Id: Autogenerado</li><li>- Nombre</li><li>- Apellido</li><li>- Email</li><li>- Contraseña</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 2</b>	Registro de cuidadores
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Registrar a los cuidadores.
<b>Características</b>	Este registro servirá para ingresar al sitio web de los cuidadores, no se puede acceder a las demás funciones del sistema sin este requerimiento. Se requiere un componente grafico para el registro de los cuidadores desde el sitio web.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Id: Autogenerado</li><li>- Nombre</li><li>- Apellido</li><li>- Email</li><li>- Contraseña</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 3</b>	Registro de un adulto mayor
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Registrar a una cantidad n de adultos mayores por parte del cuidador.
<b>Descripción</b>	Este registro servirá para ingresar al sitio web de un adulto mayor, no se puede acceder a las demás funciones del sistema sin cumplir este requerimiento. Se requiere un componente grafico para el registro de los adultos mayores desde el sitio web del "cuidador".
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Id: Autogenerado</li><li>- Nombre</li><li>- Apellido</li><li>- Nombre de usuario</li><li>- Lateralidad</li><li>- Genero</li><li>- Escolaridad</li><li>- Id del cuidador que lo creo.</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta



<b>RF 4</b>	Login de cuidadores y administradores
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Que los administradores y cuidadores puedan acceder a las funcionalidades del sitio web.
<b>Descripción</b>	Se requiere un componente grafico para el login de los administradores y cuidadores en su respectiva página web.
<b>Entradas</b>	- Email - Contraseña
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 5</b>	Login de los adultos mayores
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Los adultos deben poder acceder a las funcionalidades asignadas por su cuidador.
<b>Descripción</b>	Los adultos mayores pueden acceder a su sitio web mediante el nombre de usuario que le asigno su cuidador. Se requiere un componente grafico para el login de los adultos mayores.
<b>Entradas</b>	- Nombre de usuario
<b>Prioridad</b>	Alta

## 7.2. Funcionalidad de VitaApp Admin

<b>RF 6</b>	Crear un dashboard de los datos que se tengan en la base de datos.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Obtener datos estadísticos que sirvan para la toma de decisiones.
<b>Descripción</b>	Se requiere hacer un dashboard que muestre gráficos estadísticos de la información que tenga la base de datos del sistema web VitaApp. - Numero de adultos mayores registrados. - Numero de cuidadores registrados - Diagrama de barras de la escolaridad de los adultos mayores. - Diagrama de barras de la lateralidad de los adultos mayores. Diagrama de barras del género de los adultos mayores registrados
<b>Entradas</b>	Por el momento ninguna
<b>Prioridad</b>	Baja

<b>RF 7</b>	Registro y edición de categorías
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto



<b>Objetivo</b>	Se debe poder registrar y editar las categorías que contendrán a los pictogramas y subcategorías. Ejemplo de una categoría: Alimentos
<b>Descripción</b>	El registro se debe realizar mediante un formulario web y las imágenes de los pictogramas que lo representan deben guardarse en una base de datos no relacional
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre</li><li>- Descripción</li><li>- Color</li><li>- Lista de pictogramas (imágenes en png)</li><li>- Url del pictograma principal.</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 8</b>	Registro y edición de subcategorías
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Se debe poder registrar y editar las subcategorías que contendrán a los pictogramas. Ejemplo de subcategorías: Carner, Frutas, Lácteos, etc.
<b>Descripción</b>	El registro y edición se debe realizar mediante un formulario web y las imágenes de los pictogramas que lo representan deben guardarse en una base de datos no relacional
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre</li><li>- Descripción</li><li>- Id de la categoría a la que corresponde.</li><li>- Lista de pictogramas (imágenes en png)</li><li>- Url del pictograma principal.</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 9</b>	Registro y edición de los pictogramas de una subcategoría.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Poder registrar los pictogramas que conforman una subcategoría.
<b>Descripción</b>	El registro se debe realizar mediante un formulario web y las imágenes de los pictogramas que lo representan deben guardarse en una base de datos no relacional
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre</li><li>- Id de la subcategoría a la que corresponde.</li><li>- Lista de pictogramas relacionados (imágenes en png)</li><li>- Url del pictograma principal.</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 10</b>	Registro y edición de las ayudas.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Registro y edición de las ayudas con sus respectivos pictogramas que la representan.
<b>Descripción</b>	El registro se debe realizar mediante un formulario web y las imágenes de los pictogramas que la representan deben guardarse en una base de datos no relacional



<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre</li><li>- Lista de pictogramas relacionados (imágenes en png)</li><li>- Url del pictograma principal.</li><li>- Id de la categoría padre</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

### 7.3. Funcionalidad de VitaApp Carer

<b>RF 11</b>	Selección de categorías, crear y modificar categorías personalizada
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador puede seleccionar de las categorías que le interesen que aparezcan en el panel del adulto mayor.
<b>Descripción</b>	Se debe listar las categorías existentes y el usuario debe poder seleccionarlas. Al seleccionar se creará una copia de estas categorías, estas copias pueden ser editadas por el usuario. Nota: La copia no debe afectar a la categoría original.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre</li><li>- Descripción</li><li>- Color</li><li>- Url imagen pictograma principal</li><li>- Id categoría personalizada padre</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 12</b>	Eliminar una categoría personalizada
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador puede eliminar una categoría personalizada
<b>Descripción</b>	Al eliminar una categoría personalizada, se debe eliminar las subcategorías personalizadas y pictogramas que estén ligados a esa categoría.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Id categoría</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 13</b>	Selección de subcategorías, crear y modificar subcategorías personalizada
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador puede seleccionar de las subcategorías que le interesen que aparezcan en el panel del adulto mayor.
<b>Descripción</b>	Se debe listar las subcategorías existentes y el usuario debe poder seleccionarlas. Al seleccionar se creará una copia de estas subcategorías, estas copias pueden ser editadas por el usuario. Nota: La copia no debe afectar a la subcategoría original.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>- Descripción</li><li>- Url imagen pictograma principal</li><li>- Id de la subcategoría padre</li><li>- Id de la categoría personalizada padre</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 14</b>	Eliminar una subcategoría personalizada
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador puede eliminar una subcategoría personalizada
<b>Descripción</b>	Al eliminar una subcategoría personalizada, se debe eliminar los pictogramas que estén ligados a esa subcategoría.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Id subcategoría</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 15</b>	Selección de pictogramas, crear y modificar pictogramas personalizada
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador debe poder seleccionar los pictogramas que se encuentren dentro de una subcategoría.
<b>Descripción</b>	Se debe listar los pictogramas existentes y el usuario debe poder seleccionarlos. Al seleccionar se creará una copia de estos pictogramas, estas copias pueden ser editadas por el usuario. Nota: La copia no debe afectar al pictograma original.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre</li><li>- Posición</li><li>- Url imagen pictograma principal</li><li>- Id del pictograma padre</li><li>- Id de la subcategoría padre</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 16</b>	Eliminar un pictograma personalizada
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador puede eliminar un pictograma personalizada
<b>Descripción</b>	...
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Id del pictograma</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 17</b>	Creación y edición de un contenedor de ayudas
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto



<b>Objetivo</b>	Estos contendrán a las ayudas que seleccione el usuario.
<b>Descripción</b>	Sirven para agrupar ayudas las cuales serán usadas en los diferentes paneles AAC a crear por el usuario. Para esto se debe tener un formulario para su creación y edición.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre</li><li>- Color</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 18</b>	Eliminar un contenedor de ayudas
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador puede eliminar el contenedor de ayudas.
<b>Descripción</b>	Al eliminar el contenedor de ayudas se debe eliminar las ayudas que estén ligadas a él también.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Id del contenedor</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 19</b>	Selección de pictogramas, crear y modificar pictogramas de ayuda personalizados
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador puede seleccionar los pictogramas de ayuda disponibles.
<b>Descripción</b>	Se debe listar los pictogramas de ayuda existentes y el usuario debe poder seleccionarlos. Al seleccionar se creará una copia de estos pictogramas, estas copias pueden ser editadas por el usuario. Nota: La copia no debe afectar al pictograma de ayuda original.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre</li><li>- Posición</li><li>- Url imagen pictograma principal</li><li>- Id del pictograma de ayuda padre</li><li>- Id del contenedor de ayuda padre</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 20</b>	Eliminar un pictograma de ayuda personalizada
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador puede eliminar un pictograma de ayuda personalizada
<b>Descripción</b>	...
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Id del pictograma de ayuda</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 21</b>	Asignar a una categoría un contenedor de ayudas previamente creada.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto



<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	A cada categoría que el cuidador personalice se le debe asignar un contenedor de ayudas. Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"><li>- Categoría Alimentos -&gt; Ayudas para formar oraciones con alimentos.</li></ul>
<b>Descripción</b>	La categoría y el contenedor deben estar previamente creados y en caso de eliminar el contenedor de ayuda, se debe borrar la referencia a este en la categoría primero.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Id de la categoría</li><li>- Id del contenedor de ayudas</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 22</b>	Cambiar el orden de los pictogramas de una subcategoría y los pictogramas de ayuda
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	El cuidador puede cambiar el orden de los pictogramas de una subcategoría y de ayudas que se encuentren en el contenedor asignado a la categoría principal (Área 1 y 2 del panel del adulto mayor). Ver fig. #
<b>Descripción</b>	Se debe poder enviar una lista de pictogramas que contengan la información de la posición asignada por el cuidador. La vista gráfica debe permitir al usuario la posibilidad de arrastrar y soltar para cambiar el orden.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lista de pictogramas con un nuevo orden</li><li>- Cada pictograma contendrá la misma información que al momento de ser creado (nombre, posición y referencias a padres, url imagen del pictograma)</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 23</b>	Obtener los mensajes enviados por un adulto mayor
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Al momento de crear un mensaje el adulto mayor puede enviarlo a su cuidador para que él tome la decisión a tomar.
<b>Descripción</b>	Se debe leer todos los mensajes que un adulto mayor le envíe a su cuidador. Y siempre debe tener de resumen el último mensaje envído y en caso de haberlo leído se debe remarcar en la interfaz gráfica.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre de Usuario del adulto</li><li>- Id del cuidador</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 24</b>	Obtener los mensajes enviados por un adulto mayor
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Al momento de crear un mensaje el adulto mayor puede enviarlo a su cuidador para que él tome la decisión a tomar.



<b>Descripción</b>	Se debe leer todos los mensajes que un adulto mayor le envíe a su cuidador. Y siempre debe tener de resumen el último mensaje envído y en caso de haberlo leído se debe remarcar en la interfaz gráfica.
<b>Entradas</b>	- Nombre de Usuario del adulto - Id del cuidador
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 25</b>	Asignar una o más categorías a un adulto mayor
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Se debe poder listar a los adultos mayores y asignar una categoría previamente creada por el cuidador.
<b>Descripción</b>	...
<b>Entradas</b>	- Id del adulto mayor - Id de la categoría.
<b>Prioridad</b>	Alta

#### 7.4. Funcionalidad de VitaApp Elderly

<b>RF 26</b>	Listar las categorías que le asigno su cuidador
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Se debe poder listar de forma clara las categorías que el cuidador del adulto le haya asignado.
<b>Descripción</b>	...
<b>Entradas</b>	- Id del adulto mayor
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 27</b>	Al dar clic sobre una categoría se debe desplegar el panel AAC que el cuidador personalizo para dicha categoría.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	La interfaz de este requerimiento se la puede observar en el prototipo elaborado en la herramienta de figma:
<b>Descripción</b>	Se debe poder listar: - Lista de subcategorías de la categoría seleccionada - Lista de pictogramas de una subcategoría - Lista de pictogramas de ayuda de la categoría
<b>Entradas</b>	- Id de la categoría
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 28</b>	Se debe encolar cada pictograma que el adulto vaya pulsando.
<b>Versión</b>	1.0



<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Descripción del requerimiento</b>	Al pulsar sobre los pictogramas de ayuda o los pictogramas de una subcategoría, de debe encolar cada uno de estos pictogramas.
<b>Objetivo</b>	...
<b>Descripción</b>	- Datos del pictograma pulsado (nombre, color, url imagen pictograma)
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 29</b>	Eliminar un pictograma o todos los pictogramas
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivo</b>	Debe haber dos botones que permitan eliminar el ultimo pictograma pulsado y todos los pictogramas de una lista.
<b>Descripción</b>	...
<b>Entradas</b>	- Ultima posición del pictograma en la cola (solo al eliminar un pictograma)
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RF 30</b>	Enviar la lista de pictogramas que conforman el mensaje a la aplicación del cuidador
Versión	1.0
Autores	Jefe de proyecto
Fuentes	Jefe de proyecto
Objetivo	Se debe tener un botón de enviar el mensaje creado por el adulto.
Descripción	Al momento de enviar el mensaje la lista de pictogramas que conforman el mensaje se debe guardar en una base de datos no relacional con el fin de garantizar la entrega en tiempo real del mismo.
Entradas	- Datos del pictograma pulsado (nombre, color, url imagen pictograma) y posición en la lista.
Prioridad	Alta

## 8. Reglas de negocio

RN 1: El inicio de sección (admin, carer) se debe hacer mediante un JWT con tiempo de vida de 90 días.

RN 2: El inicio de sección (admin, carer) se debe hacer mediante un JWT con tiempo de vida de 360 días.

RN 3: Solo el cuidador puede acceder a las categorías, subcategorías, pictogramas, ayudas que el cree, se debe mandar un error 403 en caso de que no cuente con los permisos.

RN 4: Los adultos mayores pueden acceder solo a las categorías que le asigne su cuidador, en caso contrario se le redirigirá a la página principal del sitio web VitaApp Elderly.

RN 5: La contraseña para acceder al sitio web del cuidador y del administrador debe tener mínimo 6 caracteres y esta debe estar encriptada al momento del registro.

RN 6: Las imágenes no deben ser cargadas directamente a la base de datos, si no un link generado por un almacenamiento externo como por ej: Firebase Storage

RN 7: En cuanto a la longitud del texto de los formularios es la siguiente:

- VitaApp Admin:
- o Registro:

- VitaApp Carer:
- o Registro:



- Nombre: max 40 caracteres.
- Apellido: max 40 caracteres.
- Correo: max 40 caracteres.
- Password: max 40 caracteres.
- Registro y modificación de una categoría y subcategoría.
  - Nombre: max 25 caracteres.
  - Descripción: max 40 caracteres.
- Registro y modificación de un pictograma de la subcategoría o ayuda.
  - Nombre: max 20 caracteres.
- Nombre: max 40 caracteres.
- Apellido: max 40 caracteres.
- Correo: max 40 caracteres.
- Password: max 40 caracteres.
- Registro y modificación de una categoría y subcategoría personalizada.
  - Nombre: max 25 caracteres.
  - Descripción: max 40 caracteres.
- Registro y modificación de un pictograma de la subcategoría o ayuda personalizado.
  - Nombre: max 20 caracteres.
- Registro del contenedor de ayudas.
  - Nombre: max 30 caracteres

RN 8: Todos los campos de los formularios son requeridos por lo cual no se debe admitir valores nulos.

## 9. Requerimientos de interfaces externas

### 9.1. Interfaces de usuario

#### 9.1.1 VitaApp Admin Prototipos

Prototipo completo:

[https://www.figma.com/file/B335lUIBQPoQj0xhv\\_1GFdO/VitaApp-Admin?node-id=0%3A1](https://www.figma.com/file/B335lUIBQPoQj0xhv_1GFdO/VitaApp-Admin?node-id=0%3A1)

Login



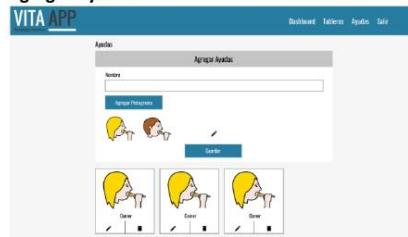
Dashboard



Agregar Categorías



Agregar Ayudas



#### 9.1.2 VitaApp Carer Prototipos

Prototipo completo:

[https://www.figma.com/file/OEL32D5KZQLBmEY\\_0yfSGjr/VitaApp-Carer?node-id=0%3A1](https://www.figma.com/file/OEL32D5KZQLBmEY_0yfSGjr/VitaApp-Carer?node-id=0%3A1)



**Registro**

**VITA APP**

**Registro**

Nombre:   
Apellido:   
Correo:   
Contraseña:

**Registro de Adultos Mayores**

**VITA APP**

**Agregar Adulto**

Nombre:  Apellido:   
Nombre de Usuario:  Contraseña:   
Sexo:  Hombre  Mujer

**Adultos**

Nombre Adulto:    
Nombre y Apellido:

**VITA APP**

**Modificar Categoría**

Nombre:   
Descripción:   
Color:

**Categorías**

**Categoría 1** información de la categoría

**Categoría 2** información de la categoría

**Crear un contenedor de ayudas**

**VITA APP**

**Agregar Ayuda**

Nombre:   
Descripción:   
Color:

**Ayuda**

**Ayuda 1** información de la ayuda

**Ayuda 2** información de la ayuda

**Edición de la grid (Selección de categorías)**  
Nota: La selección de las subcategorías, pictogramas y ayudas; es un proceso similar.

**VITA APP**

**Categorías Seleccionadas**

**Categoría 2** información de la categoría

**Categorías**

**Categoría 1** información de la categoría **Categoría 2** información de la categoría

**Edición de la grid (Modificar categorías seleccionadas)**

Nota: El modificar las subcategorías, pictogramas y ayudas; es un proceso similar.

**Recibir mensajes que le envíe el adulto mayor**

**VITA APP**

**Adulto Mayor**

**Modo**

**Agregar Adulto**

**Agregar Categorías**

**Editor Grid**

**Mensajes**

**Ayudas**

**Salir**

**Modo**

#### 9.1.3 VitaApp Carer Prototipos

Prototipo completo:  
<https://www.figma.com/file/8Q5ug4phql3TZS38gFvXv/Prototipo-AAC-Tesis>

**Login adulto mayor**

**VITA APP**

**Universidad de Cuenca**

**Pin de Ingreso**

Página 16



#### Categorías del adulto

**VITA APP**  
trabajo final



UNIVERSIDAD DE CUENCA

#### Tableros



#### Panel AAC del adulto mayor

**VITA APP**  
trabajo final

UNIVERSIDAD DE CUENCA



#### 9.2. Interfaces de Hardware y de Software

El sistema web debe poder ser accedido desde cualquier sistema operativo con soporte en el año 2020:

- Windows: Windows 8 y Windows 10
- Linux: Versiones LTS de las distribuciones.
- Android: Android 7+
- IOS: IOS 13+

Con el fin de garantizar la compatibilidad con navegadores actuales se recomienda el uso de la aplicación de VitaApp en las siguientes versiones (o superiores) de los navegadores.

Escritorio					Móvil				
Chrome	Edge	Firefox	Opera	Safari	Android Browser	Chrome	Firefox	Opera	Safari
64	79	69	51	13.1	64	64	79	47	13.4

#### 9.3. Interfaces de comunicación

La forma en que se diceñaran los servicios Web será por medio de una API REST que se creará en el lenguaje de programación JAVA v15, en conjunto del framework de desarrollo web Spring Boot. Los servicios web RESTful tiene como característica el uso de métodos HTTP para realizar el CRUD dentro de VitaApp de los requerimientos.

### 10. Requerimientos no funcionales

<b>RNF 1</b>	Las tres aplicaciones web deben tener una vista responsive.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Programadores, Diseñadores, Ingenieros de software
<b>Fuentes</b>	Diseñadores, Ingenieros de software
<b>Objetivos</b>	Correcta visualización tanto en navegadores de móviles, así como de escritorios.
<b>Descripción</b>	La interfaz de las tres aplicaciones web (admin, carer, elderly) deben tener una vista responsive, con media queries en: - 576px small screens - 768px medium screens



	<ul style="list-style-type: none"><li>- 992px large screens</li><li>- 1200 extra-large screens</li></ul>
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RNF 2</b>	La aplicación VitaApp Carer y VitaApp Elderly deben generar un PWA (progress web application)
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Programadores, Diseñadores, Ingenieros de software
<b>Fuentes</b>	Diseñadores, Ingenieros de software
<b>Objetivos</b>	Que la aplicación simulo las características de una aplicación nativa.
<b>Descripción</b>	La versión PWA de las dos aplicaciones debe poder funcionar de forma correcta en IOS, Android, Windows, Mac y Linux.
<b>Prioridad</b>	Media

<b>RNF 3</b>	La aplicación debe ser compatible con la versión mas actual de los principales navegadores web.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivos</b>	Correcta visualización tanto en navegadores de móviles, así como de escritorios.
<b>Descripción</b>	Versiones compatibles en adelante: Escritorio Chrome Edge Firefox Opera Safari 64+ 79+ 69+ 51+ 13.1+ Móvil Android Chrome Firefox Opera Safari 64 64 79 47 13.4
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RNF 4</b>	El CRUD de nuevas categorías, subcategorías, pictogramas y ayudas, solo lo pueden hacer usuarios con una cuenta de administrador.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivos</b>	Denegar el poder crear nuevos registros que solo el perfil del administrador lo puede hacer.
<b>Descripción</b>	En caso de no contar con el permiso se debe mostrar un error 403 al usuario.
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RNF 5</b>	La contraseña de registro para el perfil de administrador y cuidador debe ser encriptada antes de ser guardada en la base de datos.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto



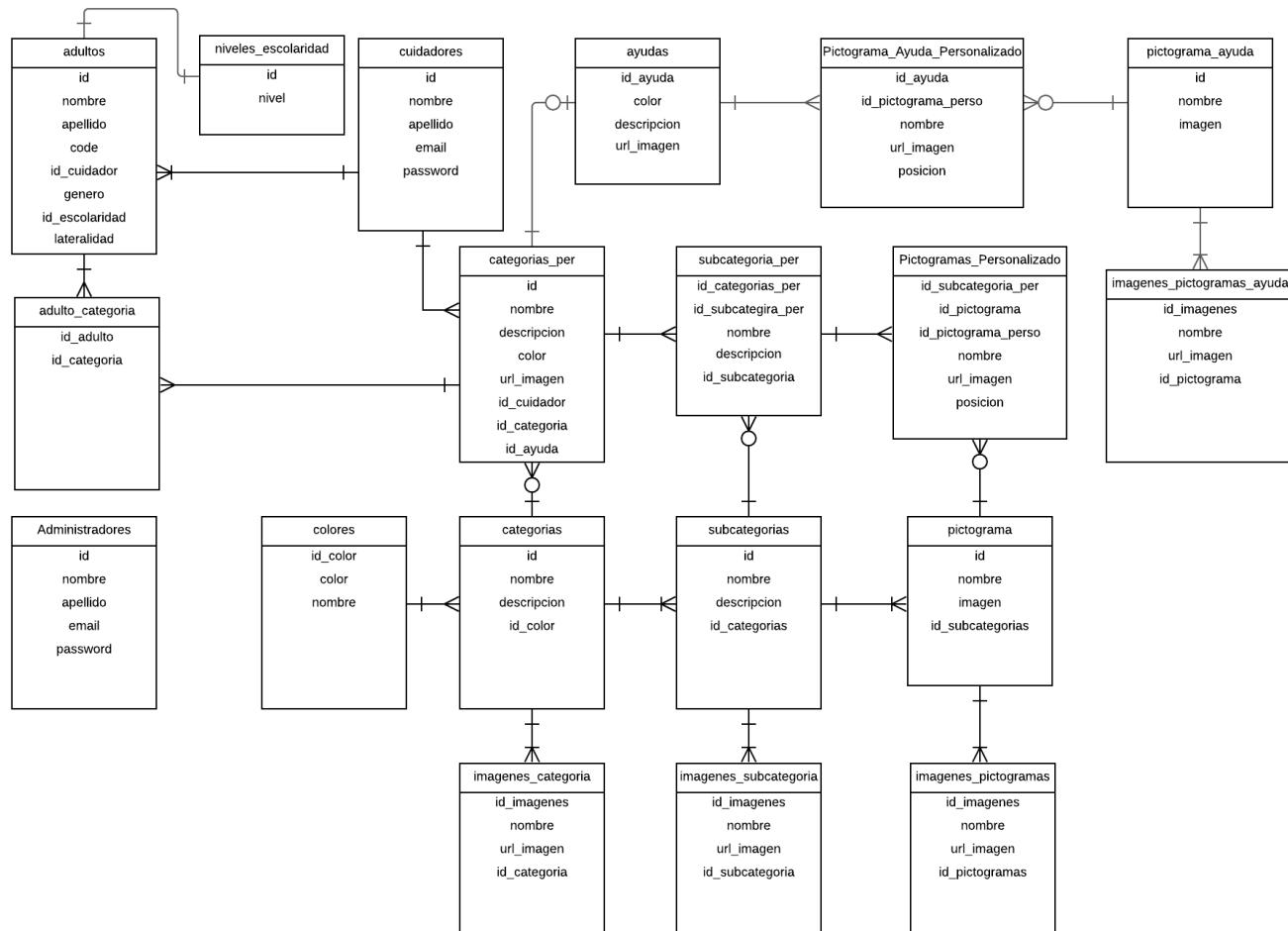
<b>Objetivos</b>	Ningún usuario puede acceder a la información de la base de datos sin una cuenta de administrador o cuidador respectivamente.
<b>Descripción</b>	El algoritmo para encriptar la contraseña será bcrypt
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RNF 6</b>	El sistema debe proporcionar mensajes de error que sean informativos y orientados a usuario final.
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivos</b>	El usuario debe saber si la acción que ejecuta es correcta y en caso algún error la interfaz debe trasmisitir el error de forma clara.
<b>Descripción</b>	Se debe usar ventanas flotantes para la visualización de los mensajes.
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RNF 7</b>	La interfaz de usuario será implementada para navegadores web únicamente con HTML5, CSS3 y TypeScript mediante Angular 11
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivos</b>	Correcta visualización tanto en navegadores de móviles, así como de escritorios.
<b>Descripción</b>	La aplicación se creará con la ayuda del framework de desarrollo web Angular en su versión 11
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>RNF 8</b>	Idioma de la aplicación web será en español
<b>Versión</b>	1.0
<b>Autores</b>	Jefe de proyecto
<b>Fuentes</b>	Jefe de proyecto
<b>Objetivos</b>	La aplicación esta orientada hacia hispano hablantes
<b>asociados</b>	
<b>Descripción</b>	Los textos fijos, de entrada y de salida de las aplicaciones web será el español.
<b>Prioridad</b>	Alta

Anexo 9 Diagrama entidad relación de la base de datos de VitaApp





## **Guía de usuario**

*VitaApp*

*Fecha: 25/06/2021*

## Tabla de contenido

HOJA DE CONTROL .....	2
REGISTRO DE CAMBIOS .....	2
1.    Propósito .....	3
2.    Funcionalidades del producto .....	3
3.1.    VitaApp Admin .....	4
3.2.    VitaApp Elderly .....	4
3.3.    VitaApp Carer.....	4
4.    Visión Global .....	4
4.1.    Especificaciones .....	4
5.    DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....	5
5.1.    Glosario.....	5
5.2.    Formularios .....	5
5.4.    VitaApp Carer.....	9
5.5.    VitaApp Elderly .....	15

## HOJA DE CONTROL

<b>Organismo</b>	Universidad de Cuenca		
<b>Proyecto</b>	VitaApp		
<b>Entregable</b>	Manual de Usuario		
<b>Autor</b>	Christian Collaguazo, William Sánchez		
<b>Versión/Edición</b>	1	<b>Fecha Versión</b>	25/06/2021
<b>Aprobado por</b>		<b>Fecha Aprobación</b>	DD/MM/AAAA
		<b>Nº Total de Páginas</b>	32

## REGISTRO DE CAMBIOS

Versión	Causa del Cambio	Responsable del Cambio	Fecha del Cambio
1	Versión inicial	Collaguazo Malla Christian Xavier, William Andres Sanchez Sanchez	25/06/2021



## 1. Propósito

El siguiente documento tiene como objetivo guiar al usuario final sobre el funcionamiento del sistema web VitaApp en sus tres divisiones: i) VitaApp Admin; ii) VitaApp Carer; iii) VitaApp Elderly. Esto con la finalidad de ser una guía de primera mano; para que el usuario de cualquiera de las tres aplicaciones pueda recurrir a esta en caso de alguna inquietud sobre el sistema VitaApp.

En este manual se pretende dar a conocer:

- Partes de la aplicación VitaApp Admin, Carer y Elderly.
- Como hacer uso de las funcionalidades de las tres aplicaciones.
- Que el usuario aprenda a usar el sistema completo rápidamente.

## 2. Funcionalidades del producto

VitaApp será un sistema Web que contará con una arquitectura cliente servidor y que se muestra en la siguiente figura:

### VitaApp Admin

- Dashboard con indicadores generales
- Ingreso de nuevas categorías para agrupar subcategorías y pictogramas que se relacionen entre sí.
- Ingreso de nuevas subcategorías para agrupar pictogramas que se relacionen entre sí.
- Ingreso de nuevos pictogramas de una subcategoría.
- Ingreso de pictogramas de ayuda para formar y dar sentido a un mensaje.

### VitaApp Carer

- Registro de para n cuidadores.
- Registro para n adultos mayores, que tenga a su cuidador la persona que se registra como cuidador.
- Selección de categorías, subcategorías, pictogramas y ayudas; bajo los criterios de uso del cuidador y de los adultos a los que cuida.
- Poder modificar las categorías, subcategorías, pictogramas y ayudas; que fueron seleccionadas para que se adapten a las necesidades del adulto mayor.
- Poder asignar las categorías personalizadas a un adulto mayor bajo su cuidado y que haya sido registrado previamente.
- Edición de la cuadricula AAC que está ligada a una categoría:
  - o Posición de los pictogramas de una subcategoría.
  - o Selección de las ayudas que acompañan a una categoría.
  - o Posición de las ayudas.
- Recepción de mensajes y notificaciones en tiempo real que sean enviadas desde la aplicación del adulto mayor.

### VitaApp Elderly

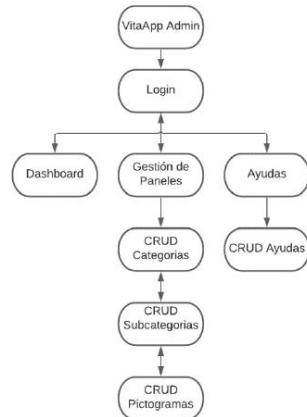
- Ingreso a la aplicación web únicamente con su nombre de usuario asignado por su cuidador.
- Poder visualizar y seleccionar las categorías que su cuidador le asigne.
- Poder desplegar el panel AAC asociado a una categoría.
- Poder formar mensajes con los pictogramas del panel AAC.
- Poder enviar el mensaje formado al cuidador y que este lo reciba en tiempo real.

## 3. Navegación

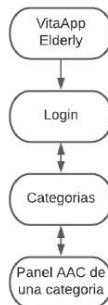
En los siguientes diagramas se describe en forma de grafo las formas de moverse entre las funcionalidades de VitaApp:



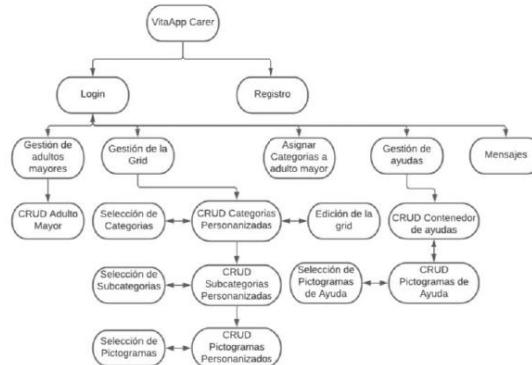
### 3.1. VitaApp Admin



### 3.2. VitaApp Elderly



### 3.3. VitaApp Carer



## 4. Visión Global

### 4.1. Especificaciones

El sistema web puede ser accedido desde cualquier sistema operativo con soporte en el año 2020:

- Windows: Windows 8 y Windows 10
- Linux: Versiones LTS de las distribuciones.
- Android: Android 7+
- IOS: IOS 13+

Con el fin de garantizar la compatibilidad con navegadores actuales se recomienda el uso de la aplicación de VitaApp en las siguientes versiones (o superiores) de los navegadores.



Escritorio					Móvil				
Chrome	Edge	Firefox	Opera	Safari	Android Browser	Chrome	Firefox	Opera	Safari
64	79	69	51	13.1	64	64	79	47	13.4

## 5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

En esta sección se describe de forma visual los diferentes componentes del sistema.

### 5.1. Glosario

- **Grid:** Cuadricula en forma de matriz  $n*m$  que contiene pictogramas.
- **Elementos:** Hace referencia a las categorías, subcategorías, pictogramas y ayudas.
- **AAC:** Comunicación Aumentativa y Alternativa, es el campo de investigación del cual forma parte este sistema Web.
- **Panel AAC:** Aplicación web donde el adulto mayor puede formar mensajes con la ayuda de pictogramas.

### 5.2. Formularios

VitaApp en sus dos aplicaciones VitaApp Carer y VitaApp Admin tienen formularios similares por lo cual su rellenable es muy similar, estas características se presentan a continuación:

<b>Colores</b> Esta parte del formulario permite configurar el color de fondo de una categoría y que es general para las subcategorías y pictogramas que estén dentro de esta. 1. Al pulsar sobre el color se selecciona como el color principal de la categoría o contenedor de ayudas (dependiendo del caso). 2. El color elegido afecta a la categoría y sus subcategorías, pictogramas que estén dentro de ella.	
<b>Agregar Imagen de un pictograma</b> Esta función solo aplica para VitaApp Admin y sirve para agregar la imagen(es) del pictograma que acompaña a una categoría, subcategoría, pictograma (contenedor), ayuda, que el administrador cree. 1. Al pulsar sobre elegir archivo se abrirá su gestor de archivos en el cual puede elegir una imagen del pictograma. 2. Puede seleccionar que pictograma va representar a la categoría, subcategoría, pictograma (contenedor) o ayuda, por defecto.	

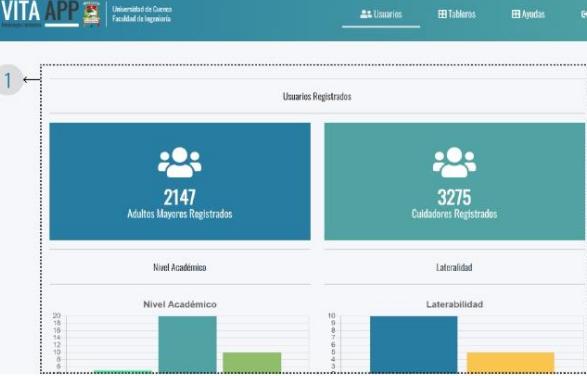
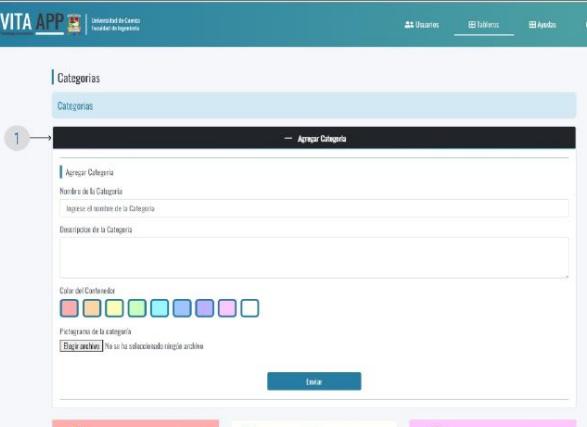


<p><b>Modificar</b></p> <p>Se puede modificar los elementos (categorías, subcategorías, pictogramas y ayudas), para ello se debe pulsar sobre la zona asignada para cada caso. Al dar clic sobre modificar se carga la información del elemento seleccionado, la cual puede ser cambiada al gusto del administrador o cuidador.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Zonas donde pulsar para modificar un elemento.</li><li>2. Información actual de un elemento la cual puede ser modificada.</li></ol> <p>Nota: Si no se quiere modificar algún campo en especial, se debe dejar la información que se cargo por defecto, si se borra o se altera se guardara con esos cambios.</p>	
---	--

### 5.3. VitaApp Admin

<p><b>Login del usuario</b></p> <p>Para acceder al sitio web del administrador se lo debe hacer por medio de la siguiente URL: <a href="http://VitaApp-Admin.vitaapp-ucuenca.web.app">VitaApp-Admin (vitaapp-ucuenca.web.app)</a></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Se debe acceder con el correo y contraseña que se le proporcione como administrador.</li></ol> <p>Nota: El registro es externo a esta aplicación por motivos de seguridad.</p>	
<p><b>Panel de Navegación</b></p> <p>Da acceso al usuario a las diferentes funcionalidades del panel administrativo.</p>	



<p><b>Dashboard de VitaApp Admin</b></p> <p>Muestra indicadores generales de los usuarios registrados en VitaApp como:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Número de adultos mayores y cuidadores registrados.</li><li>- Nivel Académico de los adultos mayores registrados.</li><li>- Lateralidad de los adultos mayores registrados.</li><li>- Género de los adultos mayores registrados.</li></ul> <p>Nota: Se plantea mas indicadores en un futuro.</p>	
<p><b>CRUD de las categorías</b></p> <p>Al pulsar sobre la opción de tableros de la navegación se despliega el componente de gestión de una categoría, el cual permite:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Agregar una nueva categoría.</li><li>2. Al pulsar sobre una categoría previamente creada, se abre el componente de gestión de una subcategoría.</li><li>3. Permite eliminar la categoría creada.</li><li>4. Permite modificar la categoría, para ello se carga la información en un formulario similar que 1 y el usuario puede modificarla a su gusto.</li></ol>	



#### CRUD de la Subcategorías

Al pulsar sobre una categoría previamente creada se despliega el componente de gestión de una subcategoría, el cual permite:

1. Agregar una nueva subcategoría.
2. Al pulsar sobre una subcategoría previamente creada, se abre el componente de gestión de los pictogramas.
3. Permite eliminar la subcategoría creada.
4. Permite modificar la subcategoría, para ello se carga la información en un formulario similar que 1 y el usuario puede modificarla a su gusto.

#### CRUD de los Pictogramas

Al pulsar sobre una subcategoría previamente creada se despliega el componente de gestión de los pictogramas de una subcategoría, el cual permite:

1. Agregar un nuevo pictograma.
2. Permite eliminar el pictograma creado.
3. Permite modificar el pictograma, para ello se carga la información en un formulario similar que 1 y el usuario puede modificarla a su gusto.



#### CRUD de los Pictogramas de Ayuda

Al pulsar sobre la opción de ayudas en la barra de navegación, se despliega el componente de gestión de los pictogramas de ayuda, el cual permite:

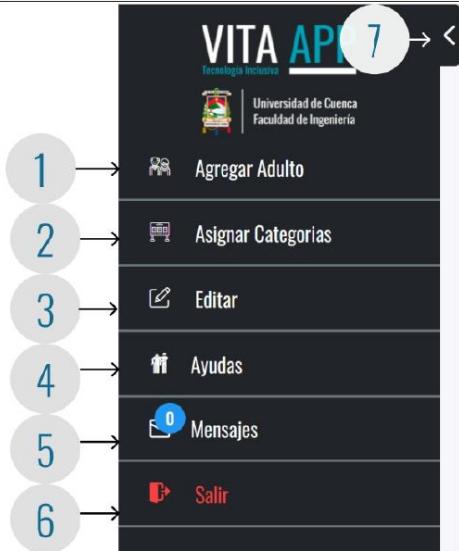
1. Agregar un nuevo pictograma de ayuda.
2. Permite eliminar el pictograma creado.
3. Permite modificar el pictograma, para ello se carga la información en un formulario similar que 1 y el usuario puede medicarla a su gusto.

#### 5.4. VitaApp Carer

##### Barra de navegación

La barra de navegación de VitaApp Carer permite al cuidador acceder a las funcionalidades de su aplicación de forma rápida.

1. Agregar Adulto: Permite hacer un CRUD de los adultos mayores que tiene bajo su cuidado el usuario.
2. Asignar Categorías: Permite asignar categorías a un adulto mayor, las cuales aparecerán en su aplicación.
3. Editar: Permite realizar la gestión de la cuadricula AAC, entre lo que se puede hacer esta: i) Seleccionar y modificar los elementos que compondrán la GRID.
4. Ayudas: Permite crear grupos de ayudas que serán ligadas a una o varias categorías.
5. Mensajes: Permite ver los mensajes que le envíen los adultos mayores bajo su cuidado.
6. Salir: Permite salir de la aplicación del cuidador.
7. Al pulsar este botón la barra de navegación se contrae, permitiendo al cuidador usar el 100% de su pantalla.





#### Gestión del Adulto Mayor

Este panel permite agregar a los adultos mayores que tenga bajo su cuidado el usuario.

1. Este formulario permite el registro de un nuevo adulto mayor. Es importante que los datos proporcionados sean reales; esto ayudara a mejoras futuras.
2. En la parte inferior se listan todos los adultos mayores que se encuentran registrados por el cuidador.
3. Este botón permite modificar la información de un adulto mayor. No se permite cambiar el nombre de usuario.
4. Al pulsar este botón debe confirmar que desea eliminar al adulto mayor. Al realizar esta acción se eliminan los registros que estén ligados a este.

Nota: Al eliminar al adulto mayor no se eliminan los mensajes que este haya enviado previamente.

Nota: El nombre de usuario con el que se registre al adulto mayor, sirve para acceder a la aplicación destinada para él.

#### Gestión de la Categorías

Al pulsar sobre la opción de **editar** de la barra de navegación se despliega el componente de gestión de una categoría personalizada, el cual permite

1. Modificar una categoría previamente seleccionada. Permite cambiar a gusto del cuidador la información ingresada por los administradores.
2. Al pulsar sobre una categoría personalizada previamente creada, se abre el componente de gestión de una subcategoría personalizada.
3. Permite eliminar la categoría creada.
4. Permite modificar la categoría personalizada que selecciono el cuidador, para ello se carga la información en el formulario que se muestra en 1.
5. Permite editar la grid de una categoría, para ello debe seleccionar previamente subcategorías y pictogramas dentro de esta categoría. Además, de crear un contenedor de ayudas.
6. Permite agregar categorías de la lista de categorías generales ingresadas por los administradores.



7. Esta opción permite editar la posición de los elementos que componen el panel de gestión del mensaje.

El panel de selección es muy similar para las subcategorías y pictogramas de mensaje y ayudas. Permite seleccionar de la lista de elementos creados por el administrador a gusto del cuidador.

- Elementos seleccionados por el cuidador.
- Lista los elementos creados por el administrador. Al dar clic sobre uno de ellos se agrega a la lista de (a).
- Permite regresar a la gestión del elemento, en este caso a la gestión de las categorías personalizadas.
- Guarda los elementos seleccionados, al pulsarlo se regresa al panel de gestión del elemento.

Para las subcategorías, pictogramas y ayudas este proceso es muy similar.

Nota: Al pulsar sobre el contenedor de una subcategoría, se abre el panel de gestión de los pictogramas.

Nota: Al pulsar sobre el contenedor de un pictograma, no se efectúa ninguna acción.



<b>Contenedor de ayudas</b>  Sirve para agrupar las ayudas que el cuidador piense que son necesarias para cada categoría. 1. Se debe llenar un formulario para agregar un nuevo contenedor de ayudas. Se debe ingresar un nombre descriptivo sobre para que es la ayuda. Además, de un color para diferenciar al contenedor. 2. Al pulsar en el medio del contenedor de una ayuda se abre un nuevo panel para agregar los pictogramas que contendrá la ayuda. 3. Se puede eliminar la ayuda en caso de que así se desee. 4. Al pulsar sobre modificar el contenedor se carga la información de ese contenedor a un formulario, similar a 1.  La gestión de los pictogramas de ayuda es similar a la de pictogramas normales.	



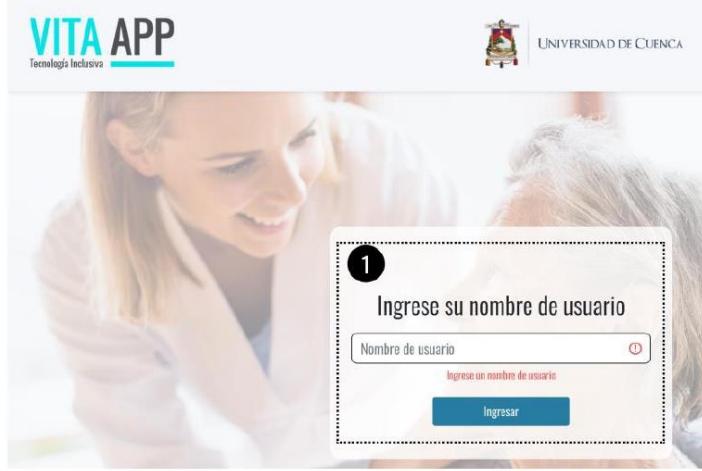
<p><b>Edición de la grid de una categoría</b></p> <p>VitaApp admite editar la grid del panel AAC, lo cual permite al cuidador modificar la interfaz que vera el adulto mayor, para que esta se adapte y sea utilizada de la mejor forma por el adulto mayor.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. La primera zona se compone de las ayudas que acompañarán a la categoría general. En este panel se admite que el cuidador pueda cambiar el orden de las ayudas para que se adapten de forma adecuada al uso del adulto mayor.</li><li>2. La segunda zona se compone de los pictogramas de una subcategoría. De igual forma se puede cambiar el orden de estos.</li><li>3. Esta zona se compone de las subcategorías que contenga una</li></ol>	



categoría general. El orden de aparición es alfabético y no se puede cambiar.	4. Este selector permite elegir el contenedor de ayudas que acompañaran a la categoría. 5. Una vez finalizado la edición el cuidador puede guardar los cambios, los cuales al instante se reflejan en el panel del adulto mayor. 6. Al pulsar sobre este botón se redirige al usuario a las subcategorías de la categoría de la cual se está editando la grid. 7. Al pulsar sobre este se redirige al usuario a los contenedores de ayuda que tiene disponible, para que pueda gestionarlos o agregar otro.
<b>Edición del panel de gestión del mensaje.</b>  Este componente permite editar los elementos que forman el panel de gestión del mensaje; esto con la finalidad de que el adulto se adapte de la mejor forma a este. 1. Zona editable que permite cambiar el orden de los elementos del panel de gestión del mensaje. 2. Al darle guardar los cambios en este panel se ven reflejados inmediatamente en la aplicación del adulto mayor.	<b>Editar el panel de gestión del mensaje</b>  El panel de gestión del mensaje le permite al adulto mayor: 1. Enviar el mensaje a usted su cuidador. 2. Borrar un pictograma del mensaje en caso de error. 3. Borrar toda la zona del mensaje para ingresar uno nuevo.  Puede modificar el orden de este panel en caso de que el adulto mayor tenga alguna dificultad para interactuar con el panel por defecto.  
<b>Mensajes</b>  Permite recibir los mensajes generados por los adultos mayores desde su aplicación. 1. En la interfaz hay un indicador que informa al cuidador si tiene un mensaje nuevo. 2. Los adultos mayores se listan en el orden que lleguen los mensajes. El cuidador puede cambiar de chat al pulsar sobre alguno de ellos. 3. El contenedor de mensajes muestra los mensajes que han sido enviados por un adulto mayor. Muestra los mensajes en orden descendente, lo que significa que el primer mensaje es el mas actual mandado por el adulto mayor.	



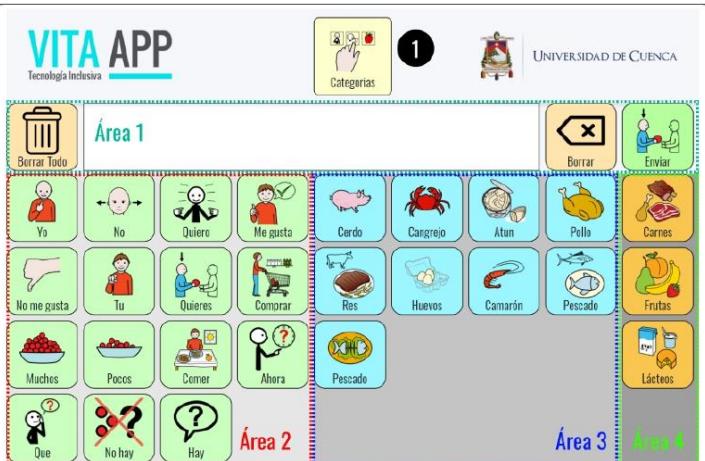
### 5.5. VitaApp Elderly

<p><b>Login del Usuario</b></p> <p>Para ingresar a la aplicación web del adulto mayor se debe ingresar el nombre de usuario, con el cual su cuidador lo registro.</p> <p>1. Formulario de ingreso a la aplicación.</p>	 <p>The image shows the login screen of the VitaApp Elderly web application. At the top, the logo 'VITA APP' is displayed with the tagline 'Tecnología Inclusiva'. Below the logo is a photograph of a young woman in a white coat interacting with an elderly person. A callout box with the number '1' contains the text 'Ingrese su nombre de usuario' and a text input field labeled 'Nombre de usuario'. Below the input field is a red error message 'Ingrese un nombre de usuario'. At the bottom of the callout box is a blue 'Ingresar' button.</p>
<p><b>Lista de Categorías</b></p> <p>Una vez que el adulto mayor este dentro de la aplicación, la primera pantalla que lo recibe, lista las categorías que su cuidador le ha asignado.</p> <p>1. Contenedor de las categorías de un adulto mayor, que le fue asignadas por su cuidador.</p> <p>2. Al pulsar sobre una categoría, se despliega el panel AAC que esté ligado a ella.</p> <p>3. Al pulsar sobre el botón salir, el adulto mayor vuelve a la pantalla de login.</p>	 <p>The image shows the main categories screen of the VitaApp Elderly web application. At the top, the logo 'VITA APP' is displayed with the tagline 'Tecnología Inclusiva'. To the right is the 'UNIVERSIDAD DE CUENCA' logo. A callout box with the number '1' contains the heading 'Tableros'. Below it are four cards: 'Alimentos' (Food) with a blue background, 'Medicamentos' (Medicines) with a yellow background, 'Tableros' (Boards) with a pink background, and 'Sentimientos' (Feelings) with a light blue background. Each card has a small icon and a descriptive text below it. To the right of the cards is a red 'Salir' (Logout) button with the number '3' above it.</p>

**Panel AAC de una categoría**

Al ingresar al panel AAC de la categoría que seleccione el adulto mayor, se despliega un panel dividido en 4 áreas.

1. Para regresar a la lista de categorías el adulto debe pulsar sobre el botón en la parte superior.



- Área 1: Panel de gestión del mensaje. Se compone de elementos que permite dar forma al mensaje. La opción eliminar, elimina el ultimo pictograma pulsado por el adulto mayor. Eliminar todo, elimina todos los pictogramas pulsados por el usuario. Contenedor de mensaje, agrupa los pictogramas que el adulto pulsa. Enviar, envía el mensaje formado al cuidador del adulto mayor.
- Área 2: Contiene los pictogramas de ayuda que le fueron asignados a la categoría. El adulto puede pulsar sobre ellos para ir formando un mensaje.
- Área 3: Contiene los pictogramas de una subcategoría. El adulto puede pulsar sobre ellos para ir formando un mensaje.
- Área 4: Contiene las subcategorías en la que se divide una categoría. Al momento que el adulto pulsa sobre uno subcategoría en la Área 3, se cargan los pictogramas que están ligados a esta.



## Documentos de la evaluación empírica

*Anexo 11.Urls del documento y presentación de la evaluación empírica a los desarrolladores.*

### Pruebas controladas de calidad de una interfaz AAC

Bienvenido/a a una prueba controlada de calidad en interfaces de aplicaciones SAAC (sistemas aumentativos de comunicación).

Es importante tu participación activa en la fase de validación de un modelo de calidad de usabilidad destinado para el área de desarrollo de software (Ing. Sistemas, Arq. de Software, programadores o cualquier persona que sea parte de un equipo de QoS (Quality of Service)). Esto permitirá tener atributos y métricas para medir y realizar arreglos en la evaluación de usabilidad.

En este estudio, se analizarán las interfaces de un sistema Web llamado VitaApp, disponible en el siguiente link:

- VitaApp: <https://vitaapp-ucuenca-elsenry.web.app/>

### Información y contextualización del dominio

#### ¿Qué es la AAC (Comunicación aumentativa y alternativa)?

AAC se define como un área de práctica clínica que aborda las necesidades de personas con trastornos de comunicación significativos y complejos caracterizados por impedimentos en la producción y/o comprensión del habla y el lenguaje, incluidos también los diferentes modos de comunicación oral y escrita.

#### ¿Qué es un Sistema de Comunicación Aumentativa y Alternativa (SAAC)?

Los SAAC son herramientas de comunicación que reemplazan o complementan al habla natural de las personas y son ampliamente utilizadas en pacientes con dificultad de comunicación oral. Los SAAC son adecuados para personas con trastorno del espectro autista, del habla, enfermedades neurológicas, Parkinson, entre otras.

#### ¿Cómo funciona un SAAC?

Un SAAC se basa en el uso de pictogramas, que son representaciones gráficas del mundo real, y que de manera apropiada permiten expresar una idea. Por ejemplo, la Figura 1. representa un pictograma prenómico que significa "yo". La Figura 2. representa un verbo pictograma que significa "querer". La Figura 3. simboliza un pictograma complemento, que significa "helado". Estos pictogramas, si se leen en conjunto, dan a entender que "Yo quiero un helado" (ver figura 4).



Figura 1. Pictograma Sustitutivo



Figura 2. Pictograma Verbo



Figura 3. Pictograma Complemento

a. Guía:

[https://docs.google.com/document/d/1o55f7NhwNmlpWmocmTVvRyM\\_fchVssHVbJoHMN-7xDw/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1o55f7NhwNmlpWmocmTVvRyM_fchVssHVbJoHMN-7xDw/edit?usp=sharing)

b. Presentación: [https://docs.google.com/presentation/d/1fcu\\_5E6657\\_qzZoBsm-TpkCEK\\_wrk2Zt6disA7L6l8w/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/presentation/d/1fcu_5E6657_qzZoBsm-TpkCEK_wrk2Zt6disA7L6l8w/edit?usp=sharing)

*Anexo 12. Evaluación aplicada de forma virtual a los ingenieros de calidad*



*Anexo 13 Imágenes del caso de estudio realizado*



## Anexo 14 Actividades de la evaluación realizada

### Evaluación de usabilidad de un prototipo de interfaz AAC orientado al adulto mayor con restricciones severas del habla

Bienvenido/a a una prueba controlada sobre la usabilidad de interfaces de aplicaciones SAAC (sistemas aumentativos de comunicación). Es importante su participación activa en la fase de validación de usabilidad de un prototipo de interfaz AAC, destinado para el área de desarrollo de software. Por la naturaleza de la aplicación, es importante que desarrolle este ejercicio en un computador.

#### Apartado 1.

En este estudio se analizarán las interfaces de una aplicación web llamada VitaApp, que se encuentra disponible en el siguiente link:

<https://vitaapp-ucuencuela-elderly.web.app/login>

Nombre de usuario: usuarioprueba

#### Apartado 2.

De manera inicial, lea en su totalidad el archivo de presentación de la aplicación.

El archivo lo encuentra en el siguiente link:

[https://docs.google.com/document/d/1o55f7NhwNmlpWmocmTVvRyM\\_fchVssHVbJoHMN-7xDw/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1o55f7NhwNmlpWmocmTVvRyM_fchVssHVbJoHMN-7xDw/edit?usp=sharing)

#### Apartado 3.

Una vez entendido el funcionamiento de la aplicación, mediremos la calidad de usabilidad de la interfaz. Los atributos a medir se adjuntan se detallan en la siguiente sección.

#### Apartado 4.

Finalmente, luego de terminar con el ejercicio llene por favor la siguiente encuesta:

<https://forms.gle/7gngkceFH8gZAmWo6>

#### \*\*IMPORTANTE

Es requisito de cada sección registrar la hora actual.

\*Obligatorio

#### 1. Correo \*

#### ENTRENAMIENTO: EJERCICIO 1

<https://docs.google.com/forms/d/1itkG6GdEnNTceDtNsCwXQMr1fAm-VSj0t23zDcddcQ/edit>

1/14

<https://docs.google.com/forms/d/1itkG6GdEnNTceDtNsCwXQMr1fAm-VSj0t23zDcddcQ/edit>

2/14

#### Tarea 1. Descripción de atributos de calidad:

A continuación, lea detenidamente cada descripción de los atributos utilizados para evaluar la usabilidad de las interfaces AAC. Es importante entender el significado de cada atributo, ya que en la siguiente sección de preguntas usted deberá escoger la descripción que crea correspondiente a cada atributo.

Esto permitirá valorar la comprensión de los participantes respecto a los atributos de calidad.

#### 2. Selecciona la hora actual (Hora 1) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

#### Atributo 1. "Adaptación del usuario a la interfaz gráfica"

Este atributo permite obtener información respecto al tiempo que usted tarda en familiarizarse con la interfaz. Mediante este atributo se busca obtener un umbral (Aceptable, Poco Aceptable, No Aceptable) a partir del tiempo necesario para adaptarse a la interfaz.

¿Cómo se calcula?

Escala de Likert

Opciones:

\*Aceptable: Tarda menos de 15 minutos en familiarizarse con la interfaz gráfica.  
\*Poco aceptable: Tarda entre 15 y 45 minutos en familiarizarse con la interfaz gráfica.

\*No aceptables: Tarda mas de 45 minutos en familiarizarse con la interfaz gráfica.

#### Atributo 2. "Calidad de imagen de los pictogramas"

Este atributo busca conocer la relación entre el número de pictogramas de fácil entendimiento frente al número total de pictogramas presentes, con este atributo se obtendrá un umbral (Aceptable, Poco Aceptable, No Aceptable). Esto mediante el conteo de pictogramas que el usuario califique como de fácil entendimiento, respecto al total de pictogramas desplegados en pantalla.

¿Cómo se calcula?

Se aplica la formula => CalidadImagen=PictogramasFacilEntendimiento/TotalPictogramas

Donde:

- Pictogramas de Fácil Entendimiento: Es el total de pictogramas que el usuario percibe como de fácil entendimiento.

- Total Pictogramas: Es el total de pictogramas desplegados en pantalla.



**Atributo 3. "Alcanzabilidad de los pictogramas"**

Este atributo permite conocer la relación entre el número de pictogramas visibles para crear una frase al número total de pictogramas desplegados en la pantalla, para esto se tiene un umbral (Aceptable, Poco Aceptable, No Aceptable).

¿Cómo se calcula?

Se aplica la fórmula => AlcanzabilidadPictogramas=PictogramasVisiblesCrearFrase/TotalPictogramas

Donde:

- Pictogramas Para Crear Frase: Es el número de pictogramas visibles para crear una frase.
- Total Pictogramas: Es el total de pictogramas presentes en la pantalla.

3. Selecciona la hora actual (Hora 2) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

ENTRENAMIENTO: EJERCICIO 2

**Evaluación de comprensión de atributos.**

A continuación, se presentan algunas preguntas que permiten valorar la compresión de los usuarios respecto a los atributos utilizados para evaluar la usabilidad de la interfaz AAC. Estas preguntas son de opción múltiple en las cuales usted tiene que elegir UNA RESPUESTA POR PREGUNTA.

4. Selecciona la hora actual (Hora 3) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

5. Pregunta 1. El atributo "Adaptación del usuario a la interfaz gráfica" sirve para: \*

Marca solo un óvalo.

- Conocer si la interfaz es fácil de entender
- Determinar el nivel de adaptación de la interfaz por parte el usuario

6. Pregunta 2. El atributo "Calidad de imagen de los pictogramas" se refiere a: \*

Marca solo un óvalo.

- Si los pictogramas usados representan correctamente la acción u objeto.
- La relación entre los pictogramas de fácil entendimiento y el número total de pictogramas mostrados.

7. Pregunta 3. El atributo "Alcanzabilidad de los pictogramas" permite: \*

Marca solo un óvalo.

- Conocer la organización de los componentes de la pantalla.
- Conocer la relación entre el número de pictogramas visibles para crear una frase, frente al número total de pictogramas desplegados.

8. Selecciona la hora actual (Hora 4) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

ENTRENAMIENTO: EJERCICIO 3

**Ejemplo de Práctica "VitaApp"**

A continuación, deberá realizar un proceso de evaluación de la usabilidad de la interfaz del sistema VitaApp, donde usted debe crear una frase propuesta por medio del uso de pictogramas.

9. Selecciona la hora actual (Hora 5) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.





12. Divida el valor que obtuvo para 18. El valor resultante ¿en qué umbral encaja?: \*

Marca solo un óvalo.

- Aceptable (0.66<valor<=1)
- Poco aceptables (0.33<valor<=0.66)
- No aceptables (0<=valor<=0.33)

#### Atributo 3. "Alcanzabilidad de los pictogramas"

Relación entre el número de pictogramas visibles para crear una frase, frente al número total de pictogramas desplegados en la pantalla.

Fórmula: PictogramasVisiblesCrearFrase/TotalPictogramas

13. ¿Cuántos pictogramas para crear una frase percibe como visibles? El rango de la respuesta debe ser entre 1 y 13. \*

14. Divida el valor que obtuvo para 18. El valor resultante ¿en qué umbral encaja?: \*

Marca solo un óvalo.

- Aceptable (0.66<valor<=1)
- Poco aceptables (0.33<valor<=0.66)
- No aceptables (0<=valor<=0.33)

15. Selecciona la hora actual (Hora 6) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

PRUEBA: EJERCICIO 1

#### Tarea 1. Descripción de atributos de calidad:

A continuación, lea detenidamente cada descripción de los atributos utilizados para evaluar la usabilidad de las interfaces AAC. En la siguiente sección de preguntas, seleccione la descripción que considere que engloba cada atributo.

Esto permitirá valorar la comprensión de los usuarios respecto a los atributos de calidad.

16. Selecciona la hora actual (Hora 1) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

#### Atributo 1. "Coherencia en agrupamiento de pictogramas"

Este atributo se refiere a la calidad en el agrupamiento y organización de los pictogramas de la interfaz.

¿Cómo se calcula?

Escala Likert

Opciones:

\*Aceptable: El usuario considera que el agrupamiento y organización de los pictogramas es adecuado.

\*No aceptable: El usuario NO considera que los pictogramas se encuentran correctamente agrupados ni organizados.

#### Atributo 2. "Personalización de la apariencia de la interfaz"

Capacidad de personalización de apariencia de la interfaz.

¿Cómo se calcula?

Escala Binaria

Donde:

- Se puede personalizar -> 0

- No se puede personalizar -> 1

#### Atributo 3. "Alcanzabilidad de los pictogramas"

Este atributo permite conocer la relación entre el número de pictogramas visibles para crear una frase al número total de pictogramas desplegados en la pantalla, para esto se tiene un umbral (Aceptable, Poco Aceptable, No Aceptable).

¿Cómo se calcula?

Se aplica la fórmula => AlcanzabilidadPictogramas=PictogramasVisiblesCrearFrase/TotalPictogramas

Donde:

- PictogramasVisiblesCrearFrase: Es el número de componentes usados para crear una frase.

- Total Pictogramas: Es el total de pictogramas presentes en la pantalla.



**Atributo 4. "Autoajuste de la interfaz a varias pantallas"**

Capacidad de adaptación de los pictogramas dependiendo del tipo o tamaño de la pantalla.

¿Cómo se calcula?  
Escala de Binaria

Donde:

- Se adapta al tamaño de la pantalla -> 1
- No se adapta al tamaño de la pantalla -> 0

17. Selecciona la hora actual (Hora 2) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

PRUEBA: EJERCICIO 2

**Evaluación de comprensión de atributos.**

A continuación, se presentan algunas preguntas que permiten valorar la comprensión de los usuarios respecto a los atributos utilizados para evaluar la usabilidad de la interfaz AAC. Estas preguntas son de opción múltiple en las cuales usted tiene que elegir UNA RESPUESTA POR PREGUNTA.

18. Selecciona la hora actual (Hora 3) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

19. Pregunta 1. El atributo "Coherencia en agrupamiento de pictogramas" sirve para: \*

Marca solo un óvalo.

- Conocer el nivel de aceptación del usuario frente a la organización de los pictogramas.
- Conocer la estructuración de componentes de la interfaz.

20. Pregunta 2. El atributo "Personalización de la apariencia de la interfaz" permite: \*

Marca solo un óvalo.

- Saber si algunos componentes de la interfaz se pueden personalizar.
- Conocer si la interfaz es autoajustable a diferentes pantallas.

21. Pregunta 3. El atributo "Alcanzabilidad de los pictogramas" permite: \*

Marca solo un óvalo.

- Conocer la organización de los componentes de la pantalla.
- Conocer la relación entre el número de pictogramas visibles para crear una frase, frente al número total de pictogramas desplegados.

22. Pregunta 4. El atributo "Autoajuste de la interfaz a varias pantallas" permite: \*

Marca solo un óvalo.

- Conocer si los pictogramas se adaptan a cualquier tamaño de la pantalla.
- Conocer si se pueden personalizar los diferentes componentes de la interfaz.

23. Selecciona la hora actual (Hora 4) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

PRUEBA: EJERCICIO 3

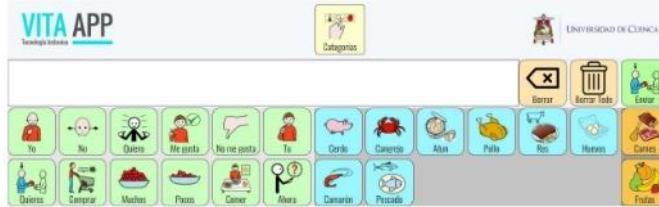
**Ejemplo de Práctica "VitaApp"**

Para este ejercicio tendrá que acceder al sistema disponible en el siguiente link:

Link de la aplicación: <https://vitaapp-ucuenca-carer.web.app/>  
Nombre de usuario: usuarioprueba



Tablero alimentos



#### Ejercicio

El siguiente ejercicio, es el mismo del documento de entrenamiento, según esto, contesta las preguntas propuestas.

Únicamente debes aplicar las fórmulas o escalas y responder estas preguntas.

- La frase a formar en la aplicación "VitaAPP" es: "Yo quiero pollo"

A partir de la frase creada y la interacción realizada con el sistema web, deberá realizar el siguiente ejercicio donde se medirán los atributos de usabilidad presentados en la sección anterior. Las preguntas propuestas deben ser descriptas con claridad, cuál es el resultado de cada fórmula, y concluir cuál es el umbral BAJO TU CRITERIO que contiene este atributo.

Frase a representar con pictogramas



24. Selecciona la hora actual (Hora 5) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

#### Atributo 1. "Coherencia en agrupamiento de pictogramas"

Permite conocer el nivel de satisfacción del usuario respecto a la agrupación de los pictogramas mostrados en la pantalla.

Opciones:

\*Aceptable: El usuario está satisfecho con la ubicación y agrupación de los pictogramas.

\*No aceptables: El usuario NO está satisfecho con la ubicación y agrupación de los pictogramas.

25. Selecciona la opción según lo que considere. \*

Marca solo un óvalo.

Aceptable (Satisfecho con la agrupación de los pictogramas).

No aceptable (No satisfecho con la agrupación de los pictogramas).

#### Atributo 2. "Capacidad de personalización de apariencia de la interfaz."

¿Cómo se calcula?

Escala Binaria

Donde:

- Se puede personalizar -> 0
- No se puede personalizar -> 1



26. Selecciona una opción.\*

Marca solo un óvalo.

Se puede personalizar  
 No se puede personalizar

**Atributo 3. "Alcanzabilidad de los pictogramas"**

Relación entre el número de pictogramas visibles para crear una frase, frente al número total de pictogramas desplegados en la pantalla.

FORMULA: PictogramasVisiblesCrearFrase/TotalPictogramas

27. ¿Cuántos pictogramas para crear una frase se perciben como visibles? El rango de la respuesta debe ser entre 1 y 23.\*

28. Divide el valor que obtuviste para 30. El valor resultante ¿en qué umbral encaja?: \*

Marca solo un óvalo.

Aceptable (0.66<valor<=1)  
 Poco aceptables (0.33<valor<=0.66)  
 No aceptables (0<=valor<=0.33)

**Atributo 4. "Autoajuste de la interfaz a varias pantallas"**

Nivel de adaptación de los pictogramas dependiendo del tipo o tamaño de la pantalla.

Opciones

- Se adapta al tamaño de la pantalla -> 1  
- No se adapta al tamaño de la pantalla -> 0

29. Selecciona una opción.\*

Marca solo un óvalo.

Se adaptan al tamaño de la pantalla  
 No se adaptan al tamaño de la pantalla

30. Selecciona la hora actual (Hora 6) \*

Ejemplo: 8:30 a.m.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

*Anexo 15. Cuestionario dirigido a los ingenieros de calidad*

## Encuesta sobre el ejercicio de evaluación de usabilidad de interfaces gráficas AAC

1. La evaluación de usabilidad de interfaces AAC me ha parecido complejo y difícil de seguir

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

2. Creo que esta evaluación reduciría el tiempo y el esfuerzo requerido para medir la usabilidad de interfaces AAC

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

3. De manera general, la evaluación de usabilidad es difícil de entender

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

4. Los pasos a seguir para medir la usabilidad de una interfaz AAC son claros y fáciles de entender

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

5. De manera general, considero que la evaluación de usabilidad de interfaces AAC es útil

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

6. La evaluación de usabilidad de interfaces AAC es difícil de aprender \*

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

7. Creo que el proceso para evaluar la usabilidad es útil para medir los atributos de una interfaz AAC

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

8. Si tuviera que utilizar una evaluación de usabilidad en el futuro, creo que tendría en cuenta esta evaluación

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

9. Creo que la evaluación NO es lo suficientemente expresivo para definir cómo se realizará la medición de la usabilidad de una interfaz AAC

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

10. El uso de esta evaluación mejoraría mi rendimiento en la medición de usabilidad de interfaces AAC

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



11. Pienso que sería fácil ser hábil usando esta evaluación

1 2 3 4 5

Totalmente en Desacuerdo      Totalmente de Acuerdo

12. De manera general, pienso que con esta evaluación NO puedo medir adecuadamente la usabilidad de interfaces AAC

1 2 3 4 5

Totalmente de Acuerdo      Totalmente en Desacuerdo

13. En caso de necesitar realizar medición de usabilidad de interfaces AAC, tendría la intención de utilizar esta evaluación en el futuro

1 2 3 4 5

Totalmente en Desacuerdo      Totalmente de Acuerdo

14. No recomendaría el uso de esta evaluación de usabilidad de interfaces AAC

1 2 3 4 5

Totalmente de Acuerdo      Totalmente en Desacuerdo

15. ¿Tiene alguna sugerencia de cómo hacer que esta evaluación de usabilidad sea más fácil de usar?

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

17. Introduzca por favor su nombre \*

---

18. Introduzca por favor su correo \*

---



**Anexo 16. Cuestionario del caso de estudio de la aplicación VitaApp de la fase de implementación**

## Cuestionario de la evaluación de la aplicación VitaApp Elderly

1. ¿Encontré que la aplicación VitaApp es compleja y difícil de seguir?

1 2 3 4 5

Totalmente de acuerdo      Totalmente en desacuerdo

2. ¿Creo que el uso de la aplicación VitaApp podría reducir el tiempo y el esfuerzo necesarios para la comunicación?

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo

3. En general, ¿la interfaz gráfica de la aplicación VitaApp es difícil de entender?

1 2 3 4 5

Totalmente de acuerdo      Totalmente en desacuerdo

4. ¿Los pasos para interactuar con la interfaz gráfica de la aplicación VitaApp son claros y fáciles de entender?

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo

5. En general, ¿considero útil el uso de la aplicación VitaApp como herramienta de comunicación?

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo

6. ¿La navegación en la interfaz gráfica de la aplicación VitaApp es difícil de aprender?

1 2 3 4 5

Totalmente de acuerdo      Totalmente en desacuerdo

7. ¿Considero que la aplicación VitaApp es útil para mejorar el proceso de comunicación de la vida diaria?

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo

8. ¿Si necesito usar una herramienta para la comunicación con personas mayores con discapacidad? Consideraría el uso de la aplicación VitaApp.

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo



9. ¿Creo que el uso de la aplicación VitaApp NO es lo suficientemente expresivo como para definir cómo se resuelve?

1 2 3 4 5

Totalmente de acuerdo      Totalmente en desacuerdo

10. ¿El uso de la aplicación VitaApp podría mejorar el rendimiento de la comunicación del paciente?

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo

11. ¿Creo que los pacientes pueden dominar fácilmente la aplicación VitaApp con todas sus funcionalidades?

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo

12. En general, ¿creo que el uso de la aplicación VitaApp NO PUEDE utilizarse como una ayuda para mejorar el rendimiento en la comunicación?

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo

13. Si es necesario, ¿usaría la aplicación VitaApp en el futuro como medio de comunicación entre usted y un adulto mayor?

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo

14. ¿No recomendaría el uso de la aplicación VitaApp?

1 2 3 4 5

Totalmente de acuerdo      Totalmente en desacuerdo

15. ¿Tiene alguna sugerencia para hacer que la aplicación VitaApp sea más fácil de usar?

---

16. ¿Por qué tiene la intención de utilizar la aplicación VitaApp en el futuro?

---

---

**Anexo 17. Resultados de la encuesta presentada a los ingenieros de calidad**

Sujeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	No	Para medir la usabilidad de interfaces AAC	
2	4	3	4	4	3	5	3	2	2	3	5	5	2	4	En realidad, considero que ya es muy sencillo de aplicar.	Porque permitiría conocer la calidad y mejorar en caso de que sea necesario la presentación de la interfaz para las personas con alguna disfuncionalidad y que necesitan utilizarlas. Es importante que cuenten con una herramienta que en realidad les ayude.	
3	5	3	5	5	5	4	5	4	3	3	4	4	4	4	5	NO	La utilizaría ya que está bien estructurada y cumple con el objetivo de evaluar la usabilidad en este tipo de sistemas. Además, que es fácil de aplicar esta evaluación.
4	5	3	5	5	3	2	3	3	2	3	5	4	2	3	Ninguna	Tiene pocos atributos de medición, la escala Liker, en tiempo me pareció un poco exagerada	
5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	.	Es de fácil seguimiento.	
6	3	2	4	3	5	3	4	4	3	3	3	4	4	5	ejemplos de formar frases más complejas	la intención de usar a futuro es por su sencillez.	
7	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	Explicar más a detalle los atributos de personalización y adaptabilidad a pantallas.	Porqué la mayoría de atributos es fácil e intuitivo	
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	no	Si la usaría porque me pareció fácil de entender y de usar	
9	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	Sin comentarios, estuvo bastante sencillo e intuitivo realizar la evaluación	Facilidad de uso	



10	5	5	5	4	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	no, me pareció fácil la evaluación	Es fácil de usar y no toma mucho tiempo
11	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	No tengo ninguna sugerencia	Es una evaluación fácil de seguir que se podría utilizar para evaluar otras interfaces de AAC
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	No	Fácil de entender y utilizar
13	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	Todo me pareció bien.	Es fácil de usar.
14	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	No	Porque es sencilla, pero brinda información muy importante, que se puede tomar en cuenta para mejorar la usabilidad.
15	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	no, creo que es fácil de entender	porque me parece útil y fácil de entender
16	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Ninguna	Es sencilla y fácil de entender
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Estuvo muy bien explicado y en un tiempo razonable	Está muy bien
18	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Ninguna, considero que es muy objetivo explicativa.	Sencilla, y no se requiere de muchos pasos para cumplir el
19	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	La evaluación me parece muy buena y completa	Me interesa usar esta evaluación ya que muestra de manera intuitiva el funcionamiento y descripción de cada actividad.
20	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	Ninguna	La usaría por ser fácil de realizar y entender
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	No	Debido a que es fácil de entender y puede reducir el tiempo de evaluación
22	5	3	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2	No	Por ser una solución básica efectiva

## Documentos de la revisión sistemática

### Anexo 18. Estudios por criterio de extracción

Criterios de extracción	#	%	Artículos
<b>EC1. Métodos de interacción Comunicación Aumentativa y Alternativa</b>			
Imagen	8	15.68	S09, S16, S19, S24, S30, S36, S42, S45
Contacto	26	50.98	S05, S08, S09, S10, S12, S13, S15, S17, S19, S20, S23, S27, S30, S32, S33, S34, S35, S37, S38, S40, S43, S46, S47, S48, S50, S51
Mecánico electromecánico	y 2	3.92	S14, S19
HCI	6	11.76	S14, S18, S19, S21, S25, S45
Respiración	1	1.96	S18
<b>EC2. Herramientas utilizadas en AAC</b>			
Visual	8	15.69	S09, S12, S16, S19, S24, S36, S42, S45
Táctil	31	60.78	S05, S08, S09, S10, S12, S13, S15, S17, S19, S20, S25, S27, S29, S30, S31, S32, S33, S34, S35, S37, S38, S40, S43, S44, S45, S46, S47, S48, S49, S50, S51
Voz	10	19.61	S11, S22, S25, S27, S30, S32, S34, S35, S38, S45
Reconocimiento de gestos	5	9.80	S43, S45, S47, S50, S51
Otros	15	29.41	S08, S09, S12, S14, S16, S18, S19, S21, S22, S24, S25, S36, S37, S45, S49
<b>EC3. Soluciones y aplicaciones</b>			
Arquitecturas	5	9.80	S03, S06, S35, S42, S44
Prototipos	13	25.49	S10, S17, S28, S32, S33, S34, S36, S37, S38, S46, S47, S50, S51
Aplicaciones	29	56.86	S04, S05, S08, S09, S10, S13, S14, S15, S16, S17, S20, S23, S24, S25, S28, S29, S31, S32, S33, S34, S35, S36, S38, S42, S45, S46, S47, S50, S51
Metodologías	17	33.33	S01, S03, S12, S13, S16, S17, S22, S23, S32, S33, S35, S36, S39, S40, S42, S44, S50
Otros	15	29.41	S07, S18, S21, S22, S28, S29, S30, S37, S38, S39, S41, S43, S45, S48, S49
<b>EC4. Usabilidad</b>			
Utilidad	35	68.62	S03, S04, S05, S06, S07, S09, S10, S13, S14, S16, S17, S18, S20, S21, S24, S25, S29, S30, S32, S33, S34, S35, S36, S37, S38, S39, S40, S42, S43, S44, S45, S46, S47, S50, S51



Simpatía	16	31.37	S07, S13, S17, S20, S25, S29, S32, S33, S34, S35, S36, S38, S39, S42, S46, S47
Capacidad para reconocer su adecuación	20	39.21	S04, S05, S06, S09, S10, S13, S15, S16, S18, S19, S20, S22, S24, S25, S27, S29, S32, S34, S38, S39, S40, S42, S43, S45, S47, S48, S51
Capacidad de aprendizaje	28	54.90	S14, S24, S25, S29, S32, S33, S34, S35, S36, S37, S38, S39, S40, S42, S43, S44, S45, S46, S47, S51
Capacidad de ser utilizado	33	64.70	S04, S05, S06, S09, S10, S13, S14, S15, S16, S18, S22, S24, S25, S27, S29, S32, S33, S34, S35, S36, S38, S39, S40, S42, S43, S44, S45, S46, S47, S48, S49, S50, S51
Protección contra errores de usuario	8	15.68	S10, S29, S32, S35, S36, S39, S42, S47
Accesibilidad	31	60.78	S03, S05, S06, S07, S09, S10, S13, S15, S17, S19, S20, S23, S25, S27, S29, S33, S34, S35, S36, S37, S38, S39, S40, S42, S43, S44, S46, S47, S49, S50, S51

**EC5. Experiencia del usuario**

Útil	38	74.50	S01, S03, S04, S05, S06, S07, S09, S10, S13, S14, S15, S16, S18, S20, S22, S23, S24, S25, S27, S28, S29, S32, S33, S34, S35, S36, S38, S39, S40, S42, S43, S44, S45, S46, S47, S49, S50, S51
Alcanzable	20	39.21	S14, S19, S25, S29, S32, S33, S34, S35, S36, S37, S38, S39, S40, S42, S43, S44, S46, S47, S50, S51
Deseable	11	21.56	S19, S25, S32, S33, S36, S38, S39, S40, S44, S46, S47

**EC6. Grupo etario**

Grupo etario	27	52.94	S04, S05, S08, S09, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S20, S21, S22, S23, S24, S32, S33, S34, S37, S38, S40, S42, S47, S48, S49, S51
--------------	----	-------	--

**EC7. Discapacidad**

Congénita	25	49.02	S5, S10, S11, S17, S18, S19, S22, S23, S25, S27, S29, S33, S34, S35, S38, S39, S41, S42, S45, S46, S47, S48, S49, S50, S51
Adquirida	29	56.86	S4, S5, S8, S9, S14, S16, S18, S19, S21, S22, S23, S24, S25, S27, S29, S32, S33, S34, S36, S37, S39, S40, S42, S45, S46, S48, S49, S50, S51



Ninguna	15	29,41	S01, S02, S03, S06, S07, S12, S13, S15, S20, S26, S28, S30, S31, S43, S44
---------	----	-------	---

**EC8. Fase**

Ánalisis	46	90.20	S01, S02, S03, S05, S06, S07, S08, S09, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S27, S28, S29, S30, S32, S33, S34, S37, S38, S39, S40, S41, S42, S43, S44, S45, S46, S47, S48, S49, S50, S51
Diseño	27	52.94	S04, S05, S06, S09, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S20, S24, S25, S28, S29, S32, S33, S34, S36, S38, S42, S44, S50, S51
Implementación	19	37.25	S03, S04, S05, S10, S13, S14, S15, S20, S22, S24, S32, S33, S34, S35, S36, S38, S47, S50, S51
Testeo	19	37.25	S07, S10, S13, S14, S17, S20, S28, S32, S33, S34, S35, S36, S38, S46, S47, S48, S49, S50, S51

**EC9. Tipo de validación**

Prueba de concepto	10	19.61	S02, S04, S21, S23, S25, S28, S34, S46, S47, S50
Experimento	21	41.18	S03, S05, S07, S10, S13, S17, S20, S24, S28, S32, S33, S34, S35, S36, S38, S46, S47, S48, S49, S50, S51
Prototipo	13	25.49	S06, S10, S25, S28, S32, S33, S34, S36, S38, S46, S47, S50, S51

**EC10. Alcance del enfoque**

Industria	10	19.61	S10, S13, S16, S20, S24, S35, S36, S39, S40, S51
Academia	28	54.90	S01, S02, S03, S06, S07, S08, S09, S11, S12, S13, S14, S15, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S27, S36, S37, S38, S41, S47, S48, S49, S50
Sociedad	34	66.67	S01, S04, S05, S08, S09, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S27, S28, S32, S33, S34, S35, S36, S40, S46, S48, S49, S50, S51

**EC11. Metodología**

Nueva	25	49.02	S01, S03, S04, S05, S06, S07, S10, S12, S14, S15, S16, S17, S21, S22, S23, S24, S28, S32, S33, S34, S42, S44, S48, S50, S51
Extensión	26	50.98	S02, S08, S09, S11, S13, S18, S19, S20, S25, S26, S27, S29, S30, S35, S36, S37, S38, S39, S40, S41, S43, S45, S46, S47, S49

**Anexo 19. Estudios seleccionados en la revisión de la literatura**

- S01. Kolthoff, K. (2019). Automatic Generation of Graphical User Interface Prototypes from Unrestricted Natural Language Requirements. 2019 34th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE), 1234–1237. <https://doi.org/10.1109/ASE50001.2019.900148>
- S02. Hirasawa, N., Ogata, S., Yamada-Kawai, K., & Kasai, H. (2010). Integration of user interface design process. Proceedings of the 11th International Conference on Product Focused Software - PROFES '10, 39–42. <https://doi.org/10.1145/1961258.1961268>
- S03. Harrison, C., Hsieh, G., Willis, K. D. D., Forlizzi, J., & Hudson, S. E. (2011). Kineticons: Using Iconographic Motion in Graphical User Interface Design. Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '11, 1999. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979232>
- S04. Berenbaum, R., Lange, Y., & Abramowitz, L. (2011). Augmentative alternative communication for Alzheimer's patients and families' using SAVION. Proceedings of the 4th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments - PETRA '11, 1. <https://doi.org/10.1145/2141622.2141677>
- S05. Grigis, D., & Lazzari, M. (2013). Augmentative and alternative communication on tablet to help persons with severe disabilities. Proceedings of the Biannual Conference of the Italian Chapter of SIGCHI on - CHItaly '13, 1–4. <https://doi.org/10.1145/2499149.2499175>
- S06. Bien, N. H., & Thu, T. D. (2015). Graphical User Interface Variability Architecture Pattern. Proceedings of the Sixth International Symposium on Information and Communication Technology - SoICT 2015, 03-04-Dece, 1–8. <https://doi.org/10.1145/2833258.2833284>
- S07. Bourguet, M.-L. (2018). Metrics-Based Evaluation of Graphical User Interface Aesthetics. Proceedings of the 2018 ACM Companion International Conference on Interactive Surfaces and Spaces, 31–38. <https://doi.org/10.1145/3280295.3281747>
- S08. Bircanin, F., Ploderer, B., Sitbon, L., Bayor, A. A., & Brereton, M. (2019). Challenges and Opportunities in Using Augmentative and Alternative Communication (AAC) Technologies. Proceedings of the 31st Australian Conference on Human-Computer-Interaction, 184–196. <https://doi.org/10.1145/3369457.3369473>
- S09. Pal, S., Mangal, N. K., & Khosla, A. (2017). Development of assistive application for patients with communication disability. 2017 International Conference on Innovations in Green Energy and Healthcare Technologies (IGEHT), 1–4. <https://doi.org/10.1109/IGEHT.2017.8094044>
- S10. Chan, R. Y. Y., Sato-Shimokawara, E., Bai, X., Yukiharu, M., Kuo, S. W., & Chung, A. (2020). A Context-Aware Augmentative and Alternative Communication System for School Children with Intellectual Disabilities. IEEE Systems Journal, 14(1), 208–219. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2019.2911671>
- S11. Newell, A. F. (2011). Design and the Digital Divide: Insights from 40 Years in Computer Support for Older and Disabled People. Synthesis Lectures on Assistive, Rehabilitative, and Health-Preserving Technologies, 1(1), 1–195. <https://doi.org/10.2200/s00369ed1v01y201106arh001>
- S12. De Gaudenzi, E., & Marco, P. (2013). Interaction, Towards effective eye pointing for gaze-enhanced human-computer. Science and Information Conference, 22–27.
- S13. Cecilia, S., Andrea, G., Armando, D. G., Sandra, B., Javier, M., & Eva, C. (2013). Games as educational strategy: A case of tangible interaction for users of Alternative and Augmentative Communication. 2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS), 377–381. <https://doi.org/10.1109/CTS.2013.6567258>
- S14. Naves, E., Rocha, L., & Pino, P. (2012). Alternative communication system for people with severe motor disabilities using myoelectric signal control. 2012 ISSNIP Biosignals and Biorobotics Conference:



Biosignals and Robotics for Better and Safer Living (BRC), 1–4. <https://doi.org/10.1109/BRC.2012.6222176>

S15. Yonezawa, M., Nonaka, T., Nakata, T., & Hase, T. (2010). Handwritten character and pictogram recognition for AV remote controller. 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 3321–3325. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2010.5642373>

S16. Liegel, L. A., Nogueira, G. N., & Nohama, P. (2019). Portable System for Alternative Communication. 2019 Global Medical Engineering Physics Exchanges/ Pan American Health Care Exchanges (GMEPE/PAHCE), 1–4. <https://doi.org/10.1109/GMEPE-PAHCE.2019.8717345>

S17. Boster, J. B., & McCarthy, J. W. (2018). Designing augmentative and alternative communication applications: the results of focus groups with speech-language pathologists and parents of children with autism spectrum disorder. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(4), 353–365. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1324526>

S18. Brumberg, J. S., Pitt, K. M., Mantie-Kozlowski, A., & Burnison, J. D. (2018). Brain–computer interfaces for augmentative and alternative communication: A tutorial. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 27(1), 1–12. [https://doi.org/10.1044/2017\\_AJSLP-16-0244](https://doi.org/10.1044/2017_AJSLP-16-0244)

S19. Elsahar, Y., Hu, S., Bouazza-Marouf, K., Kerr, D., & Mansor, A. (2019). Augmentative and alternative communication (AAC) advances: A review of configurations for individuals with a speech disability. *In Sensors (Switzerland)* (Vol. 19, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s19081911>

S20. Wang, E. H., Zhou, L., Chen, S. H. K., Hill, K., & Parmanto, B. (2018). Development and evaluation of a mobile AAC: a virtual therapist and speech assistant for people with communication disabilities. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(8), 731–739. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1369592>

S21. Pitt, K. M., & Brumberg, J. S. (2018). Guidelines for feature matching assessment of brain–computer interfaces for augmentative and alternative communication. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 27(3), 950–964. [https://doi.org/10.1044/2018\\_AJSLP-17-0135](https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0135)

S22. Cler, G. J., Kolin, K. R., Noordzij, J. P., Vojtech, J. M., Fager, S. K., & Stepp, C. E. (2019). Optimized and predictive phonemic interfaces for augmentative and alternative communication. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62(7), 2065–2081. [https://doi.org/10.1044/2019\\_JSLHR-S-MSC18-18-0187](https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-MSC18-18-0187)

S23. Holyfield, C., Drager, K., Light, J., & Caron, J. G. (2017). Typical toddlers' participation in "just-in-time" programming of vocabulary for visual scene display augmentative and alternative communication apps on mobile technology: A descriptive study. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 26(3), 737–749. [https://doi.org/10.1044/2017\\_AJSLP-15-0197](https://doi.org/10.1044/2017_AJSLP-15-0197)

S24. Wolk, K. (2019). Emergency, pictogram-based augmented reality medical communicator prototype using precise eye-tracking technology. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), 151–157. <https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0035>

S25. Ball, L. J., Fager, S., & Fried-Oken, M. (2012). Augmentative and alternative communication for people with progressive neuromuscular disease. In *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* (Vol. 23, Issue 3, pp. 689–699). <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2012.06.003>

S26. Srinivasan, A., Drucker, S. M., Endert, A., & Stasko, J. (2019). Augmenting visualizations with interactive data facts to facilitate interpretation and communication. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 25(1), 672–681. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2865145>

S27. Waller, A. (2019). Telling tales: unlocking the potential of AAC technologies. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 54(2), 159–169. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12449>



S28. Chan, A., & Chan, K. (2013). Effects of prospective-user factors and sign design features on guessability of pharmaceutical pictograms. *Patient Education and Counseling*, 90(2), 268–275. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2012.10.009>

S29. Light, J., & McNaughton, D. (2013). Putting people first: Re-thinking the role of technology in augmentative and alternative communication intervention. *AAC: Augmentative and Alternative Communication*, 29(4), 299–309. <https://doi.org/10.3109/07434618.2013.848935>

S30. Higginbotham, D. J., Lesher, G. W., Moulton, B. J., & Roark, B. (2012). The Application of Natural Language Processing to Augmentative and Alternative Communication. *Assistive Technology*, 24(1), 14–24. <https://doi.org/10.1080/10400435.2011.648714>

S31. Teixeira, P. A., Leplat, C., Lombard, C., Rauch, A., Germain, E., Waled, A. A., Jendoubi, S., Bonarelli, C., Padoin, P., Simon, L., Gillet, R., & Blum, A. (2020). Alternative PACS interface devices are well-accepted and may reduce radiologist's musculoskeletal discomfort as compared to keyboard-mouse-recording device. *European Radiology*, 30(9), 5200–5208. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06851-4>

S32. Dietz, A., Weissling, K., Griffith, J., McKelvey, M., & Macke, D. (2014). The Impact of Interface Design During an Initial High-Technology AAC Experience: A Collective Case Study of People with Aphasia. *Augmentative and Alternative Communication*, 30(4), 314–328. <https://doi.org/10.3109/07434618.2014.966207>

S33. Wallace, S. E., & Hux, K. (2014). Effect of two layouts on high technology AAC navigation and content location by people with aphasia. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 9(2), 173–182. <https://doi.org/10.3109/17483107.2013.799237>

S34. Griffith, J., Dietz, A., & Weissling, K. (2014). Supporting Narrative Retells for People With Aphasia Using Augmentative and Alternative Communication: Photographs or Line Drawings? Text or No Text? *American Journal of Speech-Language Pathology*, 23(2). [https://doi.org/10.1044/2014\\_AJSLP-13-0089](https://doi.org/10.1044/2014_AJSLP-13-0089)

S35. Baldassarri, S., Marco, J., Cerezo, E., & Moreno, L. (2014). Accessibility Evaluation of an Alternative and Augmentative Communication (AAC) Tool. In LNCS (Vol. 8516, pp. 529–540). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07509-9\\_50](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07509-9_50)

S36. Arias, E., López, G., Quesada, L., & Guerrero, L. (2016). Alternative and Augmentative Communication for People with Disabilities and Language Problems: An Eye Gaze Tracking Approach. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 500, pp. 451–461). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6\\_40](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6_40)

S37. Cano, S., Collazos, C. A., Flórez Aristizábal, L., & Moreira, F. (2017). Augmentative and Alternative Communication in the Literacy Teaching for Deaf Children. In *Lecture Notes in Computer Science* (including subseries *Lecture Notes in Artificial Intelligence* and *Lecture Notes in Bioinformatics*): Vol. 10296 LNCS (pp. 123–133). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58515-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58515-4_10)

S38. Wendt, O., Bishop, G., & Thakar, A. (2019). Design and Evaluation of Mobile Applications for Augmentative and Alternative Communication in Minimally-verbal Learners with Severe Autism. In *Lecture Notes in Computer Science* (including subseries *Lecture Notes in Artificial Intelligence* and *Lecture Notes in Bioinformatics*): Vol. 11573 LNCS (pp. 193–205). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-23563-5\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-23563-5_17)

S39. Belani, H., Car, Ž., & Vuković, M. (2016). *Augmentative Requirements Engineering* (pp. 97–116). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45916-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45916-5_7)

S40. Moffatt, K., Pourshahid, G., & Baecker, R. M. (2017). Augmentative and alternative communication devices for aphasia: the emerging role of “smart” mobile devices. *Universal Access in the Information Society*, 16(1), 115–128. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0428-x>

S41. Gilroy, S. P., McCleery, J. P., & Leader, G. (2017). Systematic Review of Methods for Teaching Social and Communicative Behavior with High-Tech Augmentative and Alternative Communication Modalities. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 4(4), 307–320. <https://doi.org/10.1007/s40489-017-0115-3>

S42. Mele, M. L., Millar, D., & Rijnders, C. E. (2015). Beyond Direct Gaze Typing: A Predictive Graphic User Interface for Writing and Communicating by Gaze (Kurosu (ed.); pp. 66–77). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20916-6\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20916-6_7)

S43. Dolic, J., Pibernik, J., & Bota, J. (2012). Evaluation of Mainstream Tablet Devices for Symbol Based AAC Communication. In LNAI (Vol. 7327, pp. 251–260). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-30947-2\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-642-30947-2_29)

S44. Vučak, I., Belani, H., & Vuković, M. (2012). AAC Services Development: From Usability Requirements to the Reusable Components. In LNAI (Vol. 7327, pp. 231–240). Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-30947-2\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-642-30947-2_27)

S45. Pinheiro, C. G., Naves, E. L. M., Pino, P., Lossen, E., Andrade, A. O., & Bourhis, G. (2011). Alternative communication systems for people with severe motor disabilities: a survey. *BioMedical Engineering OnLine*, 10(1), 31. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-10-31>

S46. Keskinen, T., Heimonen, T., Turunen, M., Rajaniemi, J.-P., & Kauppinen, S. (2012). SymbolChat: Picture-Based Communication Platform for Users with Intellectual Disabilities (pp. 279–286). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-31534-3\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-642-31534-3_43)

S47. Endrass, B., Hall, L., Hume, C., Tazzyman, S., & André, E. (2014). A Pictorial Interaction Language for Children to Communicate with Cultural Virtual Characters (pp. 532–543). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07230-2\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07230-2_51)

S48. Quach, W., & Beukelman, D. (2010). Facilitating Children's Learning of Dynamic-Display AAC Devices: The Effect of two Instructional Methods on the Performance of 6- and 7-year-olds with Typical Development Using a Dual-Screen Prototype. *Augmentative and Alternative Communication*, 26(1), 1–11. <https://doi.org/10.3109/07434610903561068>

S49. Thiessen, A., Beukelman, D., Hux, K., & Longenecker, M. (2016). A Comparison of the Visual Attention Patterns of People With Aphasia and Adults Without Neurological Conditions for Camera-Engaged and Task-Engaged Visual Scenes. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(2), 290–301. [https://doi.org/10.1044/2015\\_JSLHR-L-14-0115](https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-L-14-0115)

S50. Chasseur, L., Dohen, M., Lecouteux, B., Riou, S., Rochet-Capellan, A., & Schwab, D. (2020). Evaluation of the acceptability and usability of Augmentative and Alternative Communication (ACC) tools: the example of Pictogram grid communication systems with voice output. The 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, 1–3. <https://doi.org/10.1145/3373625.3418018>

S51. Wallace, S. E., Hux, K., & Beukelman, D. R. (2010). Navigation of a Dynamic Screen AAC Interface by Survivors of Severe Traumatic Brain Injury. *Augmentative and Alternative Communication*, 26(4), 242–254. <https://doi.org/10.3109/07434618.2010.521895>



## Contribuciones científicas aceptadas

### Anexo 20. Artículo sobre el método UIAAC

## UIAAC: A Method for Designing of Graphical User Interface for Augmentative and Alternative Communication

William Sanchez <sup>1</sup><sup>a</sup>, Christian Collaguazo <sup>1</sup><sup>b</sup>, Daniela Prado <sup>1</sup><sup>c</sup> and Priscila Cedillo <sup>1</sup><sup>d</sup>

<sup>1</sup>Computer Science Department  
University of Cuenca-Ecuador

*{william.sanchez, christian.collaguazo, daniela.pradoc, priscila.cedillo}@ucuenca.edu.ec*

**Keywords:** Graphical interface, older adults, accessibility, pictograms, AAC, design, software engineering, health care.

**Abstract:** The world's population is aging, which is reflected in the increased proportion of older adults, both in developed and developing countries. In 2019, 1 in 11 people exceeded 65 years old; and it is projected that by 2050, this proportion will be 1 in 6 people. Among the most common problems older adults face are those linked to physical, auditory, and visual impairment and, affect, the way they communicate and interact with others. While the usual way of communication is through speech, 1.3% do not depend on verbal language, and as a result, their communication needs are not met. Therefore, it is necessary to search for other modes of communication (apart from speech), which are used to express thoughts, needs, desires, and ideas. An option is Augmentative and Alternative Communication (AAC), which presents methods and technology to help people develop or regain communication ability. Thus, this document presents a method called UIAAC, which aims to facilitate the design of graphical user interfaces for AAC systems oriented to older adults and incorporate pictograms as a means of communication. The presented method is aligned with usability standards and considerations of experts in AAC, gerontology, software quality engineers, and user-centered design. To assess the feasibility of the method, the design of a prototype interface and a case study that assesses the perception of the prototype's use is presented. The evaluation was developed from the point of view of the psychological area and the end-user (older adult).

### 1 INTRODUCTION

Currently, the proportion of older adults has increased considerably in the world (Office Statistics, 2015). This age group faces many problems related to their age; the most common are physical, hearing, and visual impairment that significantly affects how they communicate and interact with other people (World Health Organization, 2011). For this reason, researchers are motivated to seek alternative technologies or methods to help people improve or regain the ability to communicate. Thus Augmentative and Alternative Communication (AAC) appears and becomes indispensable (Beukelman & Light, 2020). It can be achieved through AAC systems, which are applications that incorporate some technological means as information

output and provide innovative solutions for a wide range of users with speech disabilities (Waller, 2019). One of the means of interaction that the AAC incorporates is the use of pictograms, which are figurative drawings, used to transmit information directly, indicate an object, verb, place, or express an idea when users speak with limited language skills or have visual problems (Tijus et al., 2007). The receiver can interpret pictograms in a more precise and agile way than words. Therefore they serve as an instant reminder, such as a danger sign or a specific message (Portugal et al., 2013).

Most AAC systems incorporate a graphical interface for user interaction. This interface must consider the criteria of usability and accessibility to provide the best possible user experience; if an interface is adequate, the user will be able to slide and use the system without making much effort. On the

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5526-4132>

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8429-8796>

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1241-1782>

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6787-0655>



contrary, the user can easily become confused, resulting in low interaction efficiency (Pressman, 2010).

Consequently, the design and construction of interfaces are an essential part of the software development process, and in most cases, they account for about half of the code developed in a system (Labib et al., 2009). Several primary studies address the creation of AAC systems and graphical interface design oriented to end-users in different domains. In this sense, Keskinen et al. (2012) present a communication system called SymbolChat, which considers the needs of users from different perspectives by customizing the elements of the graphical interface displayed to the user. Although this system presents a good alternative for communication, it does not focus on older adults and does not consider accessibility aspects aimed at this particular group. Miguel et al. (2018) present a project that focuses on designing graphical interfaces aimed at older adults called Ni nanna, which consists of a web application for touch devices that provides advice from older adults with knowledge in artistic activities to users who require some advice. Its interfaces are designed according to the User-Centered Design (UCD) methodology that proposes a design based on understanding, study, design, construction, and evaluation. The present research does not specify details of the process followed in each subphases. These proposals address the design of interfaces and forms of interaction; however, the users' skills to whom they are directed are not directed, which represents difficulties at the time of their use (Al Mahmud & Martens, 2016). In general, this leads to not effectively measuring the usability of the different components presented to the user (Saturno et al., 2015).

Consequently, it is necessary to have a method that guides user interface design with AAC communication modalities, to improve the interaction between older adults and high-tech AAC systems through pictograms. This document presents a method to design graphical interfaces for the AAC using pictograms. It has been named UIAAC (User Interface Alternative and Augmentative Communication). This method includes all aspects related to accessibility in order to design effective interfaces for older adults. Therefore, the main contributions of this research are: i) An initial version of the UIAAC method, its phases, guidelines, and artifacts involved, ii) the design of a functional prototype of an interface for an AAC system, designed taking into account each step of UIAAC, iii) a case study that shows the use of the prototype aimed at improving cognitive abilities and that has been used by two older adults, their perceptions and comments on the experience of using the prototype,

and iv) the psychologist's point of view on the designed prototype.

Finally, this article has the following structure: Section 2 presents the related works; Section 3 presents the UIAAC method and its phases; Section 4 shows the feasibility of the method by designing an interface for an AAC system; section 5 presents a case study in which older adults and health experts participate; and finally, Section 6 presents the conclusions and future work.

## 2 RELATED WORK

This section presents studies that present methods or considerations for designing and implementing interfaces for AAC systems. The objective is to verify the existence of methods to design or build interfaces for AAC systems that use pictograms and are aimed at older adults. Miguel et al. (2018) present an interface to facilitate the interaction of the older persons with people who require some advice, for which they use the UCD methodology. Griffith et al. (2014) present a study in which they examine how an AAC device's interface design influences people's behaviors with aphasia during a narrative counting task. Likewise, Walsh (2010) presents the design and development of an intuitive interface for an AAC system that is based on commercial quality statements.

On the other hand, Pavlov et al., (2018) present a study that describes the approach and decisions that should be considered to build accessible interfaces for users with verbal and written communication disorders. Furthermore, it describes the TESI system's interface design, whose objective is to improve oral expression skills. Finally, Light et al. (2019) present research on the impact of the AAC variables in children and adults' visual attention with acquired diseases; it also presents considerations on these variables' implications for effective design of the interfaces for visual scene displays.

Moreover, older adults are immersed in a society that experiences a constant advance in information and communication technologies (ICT) (Agudo Prado et al., 2013). It has been determined that ICT support in the AAC has been recognized as a key factor to improve the inclusion of people with complex communication needs in daily life. It is supported by Matijević et al. (2014), who present a method of initial automatic adaptation of user interfaces, which is then distributed among AAC applications through a specialized platform. This solution's goal is to produce components without the need for actual user testing. According to the solutions presented, it is possible to conclude that there is no method for designing interfaces for AAC

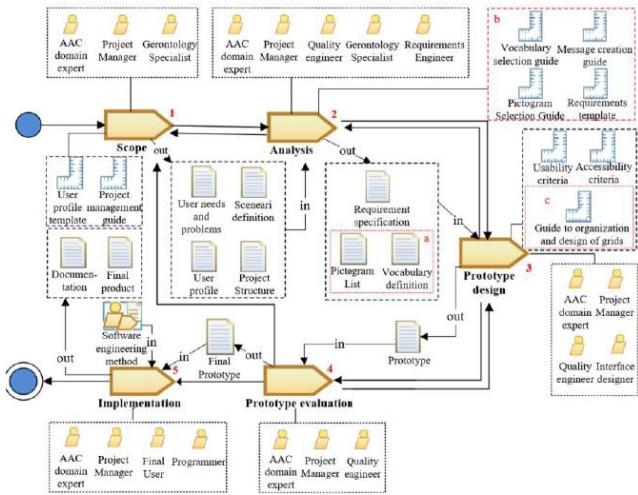


Figure 1. Main method for design of graphical user interface to AAC systems (UIAAC).

systems where pictograms are used to communicate aimed at the older persons. This conclusion is supported by a systematic review that we have carried out previously and which is expected to be published soon; It has the objective of knowing which are the existing methods, tools and technological solutions used in the design of AAC interfaces and creation of AAC solutions in general.

### 3 THE UIAAC METHOD

Therefore, for the design of an interface for an AAC system, aimed at improving the communication skills of an older adult, a design method has been created, which considers accessibility characteristics and also integrates several professionals from different areas of knowledge (e.g., psychologists, software engineers, project specialists).

#### 3.1 UIAAC

The first activities concerning to UCD are aligned with the principles proposed by Gould & Lewis (1983); here, some activities oriented to interface design have emerged, for example, those proposed by Wallach & Scholz (2012).

The UIAAC method contains the following phases: i) scope, ii) analysis, iii) prototype design, iv) prototype evaluation, and v) implementation. These phases are presented in Figure 1, and each of them is explained below:

##### 3.1.1 Scope

This activity is shown in Figure 1 (1), where the AAC domain expert, the project manager, and the gerontology specialist intervene. Understanding the domain and shared knowledge among the participants makes it possible to obtain the following artifacts: user needs and problems, scene definition, user profile, and project structure. They serve as the basis for the analysis phase. In these documents, the scenario where the user will interact with the system will be detailed. A user profile will also be obtained with different characteristics to understand better the problems and needs that the user presents and, finally, a project structure to guide each phase of the proposed method.

##### 3.1.2 Analysis

This activity is shown in Figure 1 (2). It is based on the user needs and problems, scene definition, user profile, and project structure documents. The domain expert, the requirements engineer, the quality engineer, the project manager, and the gerontology specialist perform the requirements elicitation phase, which delivers the requirements specification document-oriented to the interface design as an artifact. Additionally, the vocabulary selection, message creation, and pictogram selection guides can be used by the gerontology specialist and domain expert.



### 3.1.3 Prototype design

This activity is shown in Figure 1 (3); the quality engineer, the project manager, and the domain expert carry out a conceptual design based on the documents generated in the analysis phase. Additionally, the interface designer and the quality engineer carry out the design and prototyping using a prototyping tool. Design is guided by usability and accessibility criteria guidelines; also by an organization and design guide of grids suitable to adapting pictograms on the interface.

### 3.1.4 Prototype evaluation

This activity is shown in Figure 1 (4). Within it is the prototype verification and validation tasks, which the project manager and quality engineer execute. In this phase, it is important to ensure the prototype's quality and is considered purely iterative in conjunction with the prototype design phase. Once a quality product has been achieved and meets the proposed requirements, it is considered that the objective of the method has been achieved.

### 3.1.5 Implementation

This activity is shown in Figure 1 (5), from the designed prototype, and through a software engineering process, a functional interface is implemented to adapt it in the AAC system.

## 3.2 Artifacts in the UIAAC method

### 3.2.1 Document of user needs and problems

This document specifies the needs and problems that the user faces. Each need is analyzed to understand the situation. Here the user is located, and from this, they can have a global idea about the type of system that the user needs.

### 3.2.2 User profile

The user profile is defined based on knowing in detail the characteristics of the person to whom the interface is aimed. Among them is information about the motivations and aspirations of the graphical interface and the AAC system. It is also considered essential to know the degree of familiarity that the user has with the different technologies.

### 3.2.3 Scenario definition

Having the setting defined, it is essential to frame the product's use or its need for use (Hassan, 2015). Documenting the place where the actions will occur

is important because it allows the project to be tailored to a specific situation; in addition to that, the scenario represents the real situation where the user will interact with the AAC system to meet an objective.

### 3.2.4 Project structure

The project structure is a document that defines the activities and how they will be grouped and coordinated to guide the design process of the AAC interface aimed at older adults. It also defines each phase's workgroups, roles, and activities to optimize the resources and time to invest in each phase. The objectives and limitations of the project are also established here. Finally, the work structure is designed based on the definition of the scope and should be guided by the domain expert's observations in the AAC and built by the project manager.

### 3.2.5 Requirements specification

As a product of the requirements elicitation, a requirements specification document is obtained. This should be clear, unambiguous, easy to understand, complete, and consistent. This document is organized by Somerville's structure and includes the functional and non-functional requirements of the interface.

### 3.2.6 Definition of vocabulary and messages

This document contains the domain vocabulary characteristics chosen to adapt it in the interface. It can also contain a list of common messages that help to synthesize an idea to increase the communication skills of the older persons in particular everyday situations.

### 3.2.7 List of pictograms

Once the domain, vocabulary list, and messages of the AAC system have been defined and based on selection criteria of pictograms aimed at the older persons, the most suitable pictograms can be chosen to be integrated into the interface. It is essential to define and validate that pictograms increase the user's ability to communicate without using verbal language.

### 3.2.8 Conceptual design

It is a document that refers to the decisions regarding the graphic interface design and the interface model. Represents a plan or skeleton that allows communication from the beginning, how the interface will interact. Conceptual design is the tool used to communicate the intention of our design.



### 3.2.9 Initial prototype

It is a visual representation of the conceptual design and helps verify that the interface is designed according to the expected requirements. It can be designed in different tools, and its purpose is to offer a tangible product that can be evaluated and accepted for later implementation. It usually is functional, but its features are limited.

### 3.2.10 Version list and final prototype

This document contains all the versions created of the prototype and includes the changes and improvements with respect to its predecessors are. It is the final approved and validated version of the prototype, with which the AAC system will be implemented

## 3.3 Guidelines in the UIAAC method

One of the advantages of this method is that it includes a series of guides that provide content so that some phases are completed efficiently and, therefore, a final high-level product is designed.

### 3.3.1 Requirements template

Requirements elicitation has the objective of producing a requirements specification document that satisfies the user's expectations and the interested parties. For this it is necessary to use requirements collection templates. Durán & Bernardéz (2000), propose templates for obtaining product objectives, functional and non-functional requirements.

### 3.3.2 Vocabulary, message and pictogram selection guides

This guide presents a series of considerations for the selection of vocabulary, messages and pictograms to be displayed on the interface. These guides allow you to analyze the situations in which the user needs help; in this way, it is possible to understand the scenario and develop the vocabulary, messages and pictograms appropriate to the situation.

This is possible through some considerations and recommendations proposed by institutes specialized in the domain of AAC.

### 3.3.3 User Person Template

UIAAC recommends the use of the personal data template. To obtain a UCD, the design must be based on real information about the product's audience, with specific information obtained through user research methods.

### 3.3.4 Project management guide

Every project must be guided by general planning; Bedini & Guerra (2005) propose a project structure composed of a general description of the project that includes the objectives and restrictions; organization of the project, in which the participants and their activities are organized; calendar, containing estimates and a schedule for project tasks.

### 3.3.5 Usability and accessibility criteria

Some usability criteria can be considered for a design to be of quality. Mascheroni & Greiner (2012), Sánchez (2011), and Sastoque et al. (2016) provide usability guidelines (e.g., ease of learning, satisfaction, efficiency, visualization), which will serve as a design guide for the prototype designer.

UIAAC also includes guide with accessibility criteria, which should be considered to guide the design towards the older persons. Table 1 presents an extract from the guide, with some accessibility criteria.

Table 1: Accessibility Criteria

Type	Description
Physical accessibility	Consider interacting with traditional media (e.g., keyboard, mouse, touch screens).
Cognitive accessibility	Consider aspects such as language and reduction of users' tasks.
Accessibility visual and motor.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Text size.</li><li>- Text style: depends on the user.</li><li>- Contrast and color</li><li>- Multimedia: intuitive sounds can be added if necessary.</li></ul>

### 3.3.6 Organization and design of grids

It is essential to consider that a grid must be designed respecting the considerations and specifications of the end-user. UIAAC contains a guide with different types of grid organization and design to create a model according to user needs.

## 4 APPLYING UIAAC

In this section, the five activities involved in the UIAAC method have been applied to design an interface prototype for an AAC web system to assist in communication problems for an older adult. Each of these activities is described at a high level and detailed in Figure 2.



Figure 3 shows the AAC system with its AAC interface implemented. This app is available at the following URL: <https://m9.cl/mc3l>

## 5 CASE STUDY

A solution interface was built following the UIAAC method, and it was evaluated through a case study. It follows the following activities proposed in the Runeson et al. (2012) methodology: i) design, ii) ethical considerations, iii) preparation for data collection, iv) collecting evidence, v) analysis of collected data and reporting, and vi) threats of validity analysis.

### 5.1 Design

This case study's main objective is to know health personnel and end-users perceptions regarding interface pictograms app created for older people. In this context, the research questions are i) How does the psychologist perceive the technological solution's clinical utility? Moreover, ii) How does the end-user perceive the usefulness of the technological. The case study method is holistic-multiple, and the units of analysis are presented in Figure 4.



Figure 3: Interface pictograms app.

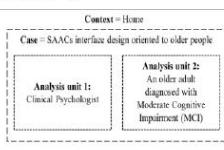


Figure 4: Holistic-multiple method.

### 5.2 Ethical considerations

Although Amschler & Pradhan (2001) points out a case study relies primarily on trust between the investigator and the case, some explicit prevention measures have been considered to prevent future problems, mainly because the older adults belong a vulnerable group.

In this case study, the ethical factors considered are: i) informed consent with both the older persons and their primary caregivers, ii) the approval of an ethics committee for this type of test, iii) confidentiality, and iv) feedback. Moreover, due COVID-19 pandemic context, all health security protocol was considered by the Clinical psychology.

### 5.3 Preparation for data collection

Two surveys have been designed based on the technology evaluation model (TAM) proposed by

Davis (1985). This model consists of evaluating the Perceived Ease Of Use (PEOU), the Perceived Usefulness (PU), and the Intention To Use (ITU) in the future. The designed surveys were focused on the elderly and the health expert. This questionnaire, as is shown in Appendix 1, uses a 5-point Likert scale.

### 5.4 Collecting evidence

In a first step, the interface pictogram app was presented by the Clinical psychologist to older adult in his home (see Figure 6). Then, the surveys were filled out by all participants.

### 5.5 Data analysis and results reporting

By analyzing the results, it is found that they allow answering the case study questions. In open questions, older adult agree that the interface is useful for communication. At the same time, the expert considers that obtain new ways to interact with this kind of people is essential for healthy social interaction. Figure 5 shows the overall results of PEOU, PU, and ITU. In general, Clinical psychologist and older adult mention that the interface solution is easy to understand; besides, this technological input can reduce communication time and effort. They also rescue that it is a useful input since it allows the patient's communication; therefore, it could be used in the future.

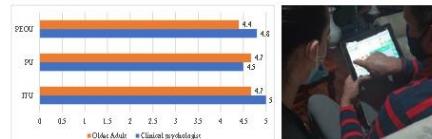


Figure 5: Results of the case study: user perceptions.

Figure 6: Data collecting

### 5.6 Threats of validity

The following threats to validity are discussed to reveal their potential interference with this study.

#### 5.6.1 Construct validity

Construct validity refers to the relation between the theory behind the case of study and the empirical reality. To analyze whether the operative measures studied represented what the researchers had planned to investigate and what they investigated. For this step, validated questionnaires were used, which have an ideal Cronbach's alpha; thus, the interview questions' constructs will be interpreted in the same way by the researcher and the people interviewed.

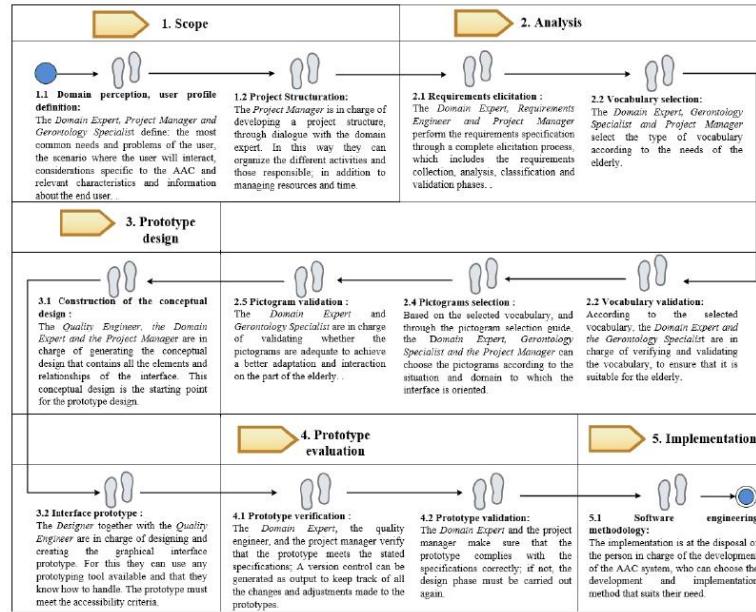


Figure 2. Steps to design a graphical interface for AAC systems using UIAAC.

### 5.6.2 Internal and external validity

Depending on how the subjects in a group are selected, the selection effects may vary. In this study, the age, pathology degree, and previous experience that the participants have with technology influence the ease of use when using the proposed solution.

For the external validity, the selection of the sample of individuals who participated was made at convenience. Due to the COVID-19 pandemic, access to the elderly population with disabilities is restricted.

### 5.6.3 Reliability

The evidence chain was carried out respecting the data's literality from the interviews to the analysis. Moreover, the qualitative responses were quantified using a Likert scale to avoid introducing interpretation bias.

## 6 CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

The UIAAC method considers design aspects for older adults based on protocols and standards for

designing graphical interfaces for AAC systems that integrate pictograms. The design and creation of prototypes are oriented in the analysis of domains, end-user documents, and observations of the specialist in gerontology; this allows for a correct UCD.

This method is designed to be applied within software engineering processes, specifically for designing graphical interfaces of AAC systems. A web system has been built to help improve older adults' cognitive abilities; where the interface has been designed with this method, it has been possible to test the feasibility of the method. The AAC system has used a psychologist for evaluation and an older adult to use the app. The results show that the app is perceived as easy to use and useful. Finally, as future work, the UIAAC method will be studied in depth to expand and detail each phase's activity, guide, and function.

## 7 ACKNOWLEDGMENT

This work is part of the following research projects: "Fog Computing applied to monitor devices used in assisted living environments; case study: platform for the elderly people", "Design of architectures and



interaction models for assisted living environments aimed at older adults. Case study: playful and social environments" and "Integration of New Technologies for the Design of Cognitive Solutions in Ambient Assisted Living for Elderly People: Evaluation of Attention and Memory Areas". Therefore, we thank DIUC of Universidad de Cuenca and CEDIA for its support.

## REFERENCES

Agudo Prado, S., Fombona Cadavieco, J., & Pascual Sevillano, M. (2013). Ventajas de la incorporación de las TIC en el envejecimiento. *RELATEC: Rev. Latin. de Tecn. Educativa*, 12(2), 131–142.

Al Mahmud, A., & Martens, J. B. (2016). Social networking through email: studying email usage patterns of persons with aphasia. *Aphasiology*, 30(2–3), 186–210. <https://doi.org/10.1080/02687038.2015.1109051>

Amschler, A., & Pradhan, A. (2001). Ethical issues in empirical software engineering: The limits of policy. *Empirical Software Eng.*, 6(2), 105–110. <https://doi.org/10.1023/A:1011442319273>

Bedini, A., & Guerra, L. (2005). *Gestión de Proyectos de Software*. 1, 1–191. <https://www.inf.utfsm.cl/~guerra/publicaciones/Gestion de Proyectos de Software.pdf>

Beukelman, D., & Light, J. (2020). *Augmentative & Alternative Communication: Supporting Children and Adults with Complex Communication Needs* (5th ed.). Brookes Publishing. <https://www.amazon.com/-/es/David-R-Beukelman-ebook/dp/B08CZ1HRSN>

Cedillo, P., Beltran, P., & Rodriguez, P. (2017). Evaluación de la accesibilidad de MOOC orientados a la tercera edad.

Davis, F. D. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. *Management*. <https://doi.org/oclc/56932490>

Durán, A., & Bernardéz, B. (2000). Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software. Versión 2.1. *Informe Técnico LSI-2000-10. Facultad de Informática y Estadística*, 78. [http://www.dsi.uclm.es/asignaturas/42541/pdf/metodologia\\_elicitacion.pdf](http://www.dsi.uclm.es/asignaturas/42541/pdf/metodologia_elicitacion.pdf)

Gould, J. D., & Lewis, C. (1983). Designing for usability-key principles and what designers think. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 28(3), 50–53. <https://doi.org/10.1145/800045.801579>

Griffith, J., Dietz, A., & Weissling, K. (2014). Supporting Narrative Retells for People With Aphasia Using Augmentative and Alternative Communication: Photographs or Line Drawings? Text or No Text? *American Journal of Speech-Language Pathology*, 23(2). <https://doi.org/10.1044/2014-AJSLP-13-0089>

Hassan, Y. (2015). Experiencia de Usuario: Principios y Métodos. *YusefEs*, 139.

Keskinen, T., Heimonen, T., Turunen, M., Rajaniemi, J.-P., & Kauppinen, S. (2012). SymbolChat: A flexible picture-based communication platform for users with intellectual disabilities. *Interacting with Computers*, 24(5), 374–386. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2012.06.003>

Labib, C., Hasanein, E., & Hegazy, O. (2009). Early development of graphical user interface (GUI) in agile methodologies. *Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering*, 9(1–2), 239–249. <https://doi.org/10.3233/JCM-2009-0251>

Light, J., Wilkinson, K. M., Thiessen, A., Beukelman, D. R., & Fager, S. K. (2019). Designing effective AAC displays for individuals with developmental or acquired disabilities: State of the science and future research directions. *AAC: Augmentative and Alternative Communication*, 35(1), 42–55. <https://doi.org/10.1080/07434618.2018.1558283>

Mascheroni, M. A., & Greiner, C. L. (2012). Calidad de software e ingeniería de la usabilidad. *XIV Workshop de...*, 1, 656–659. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/19202>

Matjević, M., Mrvac, N., & Mikota, M. (2014). The effect of expansion and simultaneous contrast in modified figural dotted and groundal dotted illusions. *The Effect of Expansion and Simultaneous Contrast in Modified Figural Dotted and Groundal Dotted Illusions*, 21(6), 1297–1301. <https://doi.org/10.17559/TV>

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

Office Statistics. (2015). *Eurostat Statistics Explained*. <https://doi.org/https://doi.org/2443-8219>

Pavlov, N., Castro, M., Chukanska, Y., Molina, C., Mileva, N., & Alber, M. J. (2018). Mobile Graphical User Interface with People with Verbal Communication Disorders. *Colloquium in Information Science and Technology, CIST, 2018-Octob*, 391–395. <https://doi.org/10.1109/CIST.2018.8596478>

Portugal, A. M., Ferreira, D. S., Reis, J. S., Pinho, F., & Dias, N. S. (2013). Cognitive intervention protocol for age-related memory impairments. *2013 IEEE 2nd International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2013.6665310>

Pressman, R. S. (2010). *Ingéneria del Software. Un Enfoque Práctico*. www.FreeLibros.me

Runeson, P., Höst, M., Rainer, A., & Regnell, B. (2012). Case Study Research in Software Engineering: Guidelines and Examples. In *Case Study Research in Software Engineering: Guidelines and Examples*. <https://doi.org/10.1002/9781118181034>

Sánchez, W. (2011). La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características. *Ing-Novación. Reporte de Investigación*, 2, 7–21. <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/1937/1/2. La usabilidad en Ingeniería de Software- definición y características.pdf>

Sastoque, W., Narváez, C., & Gamica, G. (2016). *Metodología para la construcción de Interfaces Gráficas Entradas en el Usuario* (pp. 314–324). Nuevas Ideas en Informática Educativa.

Saturno, C. E., Ramirez, A. R. G., Conte, M. J., Farhat, M., & Piucco, E. C. (2015). An augmentative and alternative communication tool for children and adolescents with cerebral palsy. *Behaviour and Information Technology*, 34(6), 632–645. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2015.1019567>

Tijus, C., Barcenilla, J., De Lavalette, B. C., & Meunier, J. G. (2007). The design, understanding and usage of pictograms. In *Written Documents in the Workplace* (pp. 17–31). Brill. <https://doi.org/10.1163/9789004253254.003>

Wallach, D., & Scholz, S. C. (2012). *User-Centered Design: Why and How to Put Users First in Software Development* (pp. 11–38). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-31371-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-31371-4_2)

Waller, A. (2019). Telling tales: unlocking the potential of AAC technologies. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 54(2), 159–169. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12449>

Walsh, T. (2010). Utterance-based systems: Organization and design of AAC interfaces. *ASSETS'10 - Proc. of the 12th Int. ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 327–328. <https://doi.org/10.1145/1878803.1878895>

World Health Organization. (2011). *World Report on Disability*. <https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/disability-and-rehabilitation/world-report-on-disability>

Annexed 1: <https://n9.cl/z0st>



# Usability Model of Augmentative and Alternative Communication Systems and Pictographic Systems in people with disabilities

Freddy Abad

Department of Computer Science  
University of Cuenca  
Cuenca, Ecuador  
freddy.abad@ucuenca.edu.ec

Daniela Prado

Department of Computer Science  
University of Cuenca  
Cuenca, Ecuador  
daniela.pradoe@ucuenca.edu.ec

Jonathan Cuví

Department of Computer Science  
University of Cuenca  
Cuenca, Ecuador  
jimnathan.cuví@ucuenca.edu.ec

Cristina Collaguazo

Department of Computer Science  
University of Cuenca  
Cuenca, Ecuador  
christian.collaguazo@ucuenca.edu.ec

Priscila Cedillo

Department of Computer Science  
University of Cuenca  
Cuenca, Ecuador  
priscila.cedillo@ucuenca.edu.ec

William Sánchez

Department of Computer Science  
University of Cuenca  
Cuenca, Ecuador  
william.sanchez@ucuenca.edu.ec

**Abstract**— Technological Augmentative and Alternative Communication Systems (AACS) based on pictograms are used concurrently today. They are expressed differently from oral language and compensate for communication difficulties with some verbal language limitations. Due to the specific requirements by people with special abilities, those systems must guarantee satisfaction, efficiency, and effectiveness during the users' communication. Also, the usability of those applications must demonstrate high usability characteristics. In this context, this paper presents an AACSS usability model, which can be used to evaluate pictographic systems oriented to people with disabilities. This contribution is based on a quality approach to assessing the quality of this kind of software product. The model is aligned with the ISO / IEC 25010 standard, which defines a set of main usability characteristics. Additionally, the ISO 14915-1 standard was considered, which addresses user interfaces for applications that incorporate text and interactive multimedia. Likewise, the ISO 9241-210 standard was used, which proposes characteristics, sub-characteristics, and metrics through design guides of Human-Computer Interfaces for interactive systems. The standards above allow the establishment of characteristics, sub-characteristics, attributes, and metrics of AACSs to quantify each attribute and identify any usability problems that may exist. Also, it is presented an evaluation method that uses the given usability model. Finally, an experiment that applies the proposed solution is carried out in which users have evaluated two pictographic AACSS mobile applications.

**Keywords**— *Quality in use, software product quality, usability, Augmentative and Alternative Communication Systems (AACS)*

## I. INTRODUCTION

Augmentative and Alternative Communication (AAC) is widely used in people with oral communication difficulties and refers to tools that complement people's natural speech [1]. They usually include symbol systems, graphics, or gestures, corresponding to the most used pictograms and sign language [2]. Exist AACs with help, such as the Augmentative and Alternative Communication Systems (AACSSs) and without help (e.g., gestures). Moreover, their domain of use depends on the context in which a person operates [1]. The AAC, with help, can be complex systems such as pictographic since they allow communication from a basic level to an advanced level [2]; this article addresses the pictographic AACSS.

AACSSs are considered "a form of expression other than oral language that compensates for the communication and language difficulties of many people with or without disabilities" [3]. These are constituted as image-based expression tools designed to increase (support speech) or compensate (replace spoken language) for communication and language deficits. They are also suitable for people with a disorder such as the autism spectrum, multiple sclerosis, or communication problems to communicate with their environment more effectively, with particular emphasis on use in childhood [4].

AACSSs are adapted to the needs of people of different ages and motor, cognitive, and linguistic abilities. These assistive products include non-technology resources such as printed pictograms and technology such as artificial voice communicators. Non-technological AACSSs have a primary and functional implementation; however, they present limitations, such as the number of pictograms people can carry in their daily lives [4]. The technological AACSSs solved this problem since intelligent mobile devices and specialized software complement it. These technological resources increase the number of pictograms, add functionalities such as audio synchronized with the pictograms, and reduce external support. Thus, technological AACSSs improve the quality of life of people with some communication disability [4].

Currently, there are a series of technological solutions that allow users to communicate through pictograms. Some of these are Arabeard Constructor [5], Talk up! [6], PictoTea[7]. Despite the benefits of these systems, they do not consider quality standards. Therefore, they do not guarantee that users obtain the highest therapeutic adherence or satisfaction when interacting with these systems [8]. Thus arises the need for a method of evaluation of use to know if these systems satisfy the usability needs of end-users, using a series of metrics [3] to measure, understand, predict, and improve software development [9].

In computer science, to evaluate the level of satisfaction with the use of software, software quality models are used. These models interpret the degree to which software meets user requirements, providing a level of value to their activities [10]. Besides, they provide standards and parameters, and these models have various characteristics to evaluate, such as Reliability, Security, among others [6]. However, this article focuses on usability, which is understood as the software's



ability to be understood, learned, and used, attractive to the user when used under certain conditions [10]. Therefore, this paper proposes a quality model in use and from the product perspective, which refers to the user's opinion about the quality of the software product when it is used in a specific environment, that is, if the user can use the product to achieve their goal [12]. According to McMurtrey [11], quality in use can be approached from the perspective of quality at the product level, which seeks to specify and evaluate the fulfillment of a product's criteria. For this reason, in this paper, a quality model level of the product is developed, with an emphasis on quality in use, for which certain characteristics, sub-characteristics, and metrics may overlap in the concept.

The evaluation of the usability of the AACSS will be approached around a quality model based on the ISO / IEC 25010 standard. This model considers a set of characteristics that allow knowing the product's quality by evaluating the properties of the AACSS [10]. In addition, the ISO 14915-1 quality standard will be used that addresses important concepts of user interfaces for applications that incorporate, integrate and synchronize different static and dynamic media, such as text and interactive multimedia (images, videos, audio) directly related to the sensory modalities [13]. Finally, to address aspects of planning and design management focused on human ergonomics, ISO 9241-210 will be used. This ISO allows establishing characteristics, sub-characteristics, and metrics for AACSS using the HCI design guides for interactive systems [14].

Thus, Section 2 establishes similarities and differences of the models and standards mentioned above. This stage sets or discards properties to establish a quality model and its appropriate evaluation method for pictographic systems. In Section 3, the proposed quality model is specified, analyzing the properties, characteristics, sub-characteristics, metrics, and heuristics chosen and its approach in evaluating the usability of AACSSs. Continuing with Section 4, which performs implementation of the Usability Model for pictographic systems in AACSS, breaks down the selected measurement tools and evaluates the definition models and is the basis for measurements in controlled environments [11]. This section likewise establishes the results and how they are interpreted in the domain of this document. Finally, Section 5 presents the conclusions and recommendations obtained from the model based on the tests performed.

## II. RELATED WORK

This section details several articles, under which the present article establishes different important points of the central theme; specifies various standards used to measure product quality and in use. These standards generically raise the issue of quality. The contribution of this article lies in configuring several of these characteristics, sub-characteristics, and metrics to the domain of AACSS in people with disabilities. Several quality standards allow customizing the usability quality model for pictographic systems. The standards chosen for this article, are ISO 9126-1 [15], ISO 25010 [10], and ISO 9241-210 [14]. It is important to specify that ISO 25000 and ISO 25010 are an evolution of ISO 9126, which develops the same concepts. However, they differ in how to measure quality in use and in the category in which it is designated [15].

Thus, based on the standard differences in the characteristics, usability is addressed as one of the main

characteristics. This comparison is carried out using the standards ISO 9126-1 [15], ISO 25010 [10], and ISO 9241-210 [14] and the usability quality model from [1]. In the same way as the overlap of the characteristics, there is some overlap between attributes. Like these, there are other overlaps, which, although they may provide redundancy concerning the proposed model, have been proposed in a way that allows establishing a global vision of these, applied to the needs of the CCAs.

The standards [10] - [14] and quality models [1] mentioned are different from the ones presented in this contribution because it allows establishing the appropriate measurement tools to the selected AACSS software. It is establishing a direct link between the quality in use-product and an applied case. The proposed model provides quantitative results of specific characteristics and attributes of both product quality and quality in using the software that implements the pictographic systems.

## III. USABILITY MODEL FOR PICTOGRAPHIC SYSTEMS IN AACSS

In this section, a usability model for pictographic systems - AACSS is specified along with a brief description of the sub-characteristics, attributes, and metrics. It describes the most relevant attributes of each sub-characteristic, but not its totality of sub-characteristics. If the reader seeks to read the full usability model; it is available at: <http://bit.ly/2ZBPW5H>

As detailed in Section II of this document, the proposed model was based on three standards and a usability model [16]. The standards mentioned above and model allowed a global vision of how the development of a quality matrix should be approached, such as establishing metrics, heuristics, and thresholds applied to the field of AACSS. Figure 1 details the sub-characteristics and sub-sub-characteristics implemented in this report regarding the Usability characteristic. Among the selected sub-characteristics of ISO 25010 [10], there is "Ability to learn," "Protection against user errors," "Aesthetics of the user interface," and "Ability for recognizability." Among the selected sub-characteristics of ISO 9126 is "Operability" [15]. The selection of sub-characteristics and metrics was made considering the focus and domain of this study, people with disabilities.

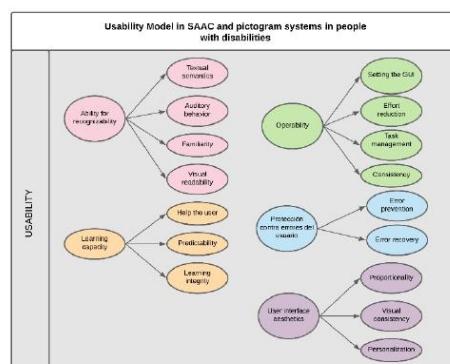


Figure 1. Sub-characteristics and sub-sub-characteristics of the AACSS usability model for people with disabilities. Source: Own authorship



#### A. Ability for recognizability

This sub-characteristic qualifies the capacity to understand if the software is suitable for the user's needs [10]. The sub-sub-characteristics regarding this sub-characteristic are detailed below:

- i. *Textual semantics*: measures the degree of understanding and perception by the user regarding the textual information presented of an element under evaluation. As an example, an attribute of this is "Understanding of textual information."
- ii. *Auditory behavior*: measures the sound interaction concerning an element's textual and multimedia elements under evaluation. As an example, an attribute of this is "Audio quality."
- iii. *Familiarity*: measures the interactivity that enables an element under evaluation referred from its graphical interface for the end-user. As an example, an attribute of this is "Component Popularity."
- iv. *Visual readability* measures the adequacy that an element under evaluation makes possible to visual aspects referred to by components of a graphical interface. As an example, an attribute of this is "Pictogram image quality."

The metrics used for these attributes are to a greater extent by Likert and Binary Scales and the equation of metrics for each one of the attributes. These equations can be viewed in the link initially established.

#### B. Learning capacity

This sub-characteristic qualifies software ability software to be learned by a user; in the domain of this report, it is evaluated regarding the special capabilities of a user [10]. The sub-sub-characteristics regarding this are detailed below:

- i. *User's support*: measures the extent to which an item under evaluation provides help to the user. As an example, an attribute of this is "Information activities to be carried out."
- ii. *Predictability*: measures the level of anticipation of action of a graphical interface component provided by an element under evaluation. As an example, an attribute of this is "Identification of possible permitted actions."
- iii. *Learning integrity*: measures the relationship established by the different user assistance entities provided by the graphical interface of an element under evaluation. As an example, an attribute of this is "Integrity of user documentation and help center."

The equations used for measuring these attributes are, to a greater extent, by Binary Scale. In addition to the own equations of each one of the attributes. These equations can be viewed in the link initially established.

#### C. Operability

This sub-characteristic qualifies the "ease that the application gives the user to control" [15]. The sub-sub-characteristics related are detailed below:

- i. *Graphical interface adjustment*: measures the degree or level of an element under evaluation to provide graphical interfaces that adjust

proportionally to the characteristics of a screen. As an example, an attribute of this is "Interface autotuning to multiple screens."

- ii. *Effort reduction*: measures the level of effortless that a user must make for each required component of a graphical interface provided by an element under evaluation. As an example, an attribute of this is "Minimum actions."
- iii. *Task management*: measures the relationship established between functions and their ability to be canceled and complement their system or user functions. As an example, an attribute of this is "Canceling the system operation."
- iv. *Consistency*: measures the level of consistency or inconsistency of the functions of a system under evaluation. As an example, an attribute of this is "Operational inconsistency."

The equations used for these attributes are, to a greater extent, specific to each of the attributes. These equations can be viewed in the link initially established.

#### D. Protection against user errors

This sub-feature rates the level of software to prevent the user from making mistakes [15]. The sub-sub-characteristics regarding this are detailed below:

- i. *Error prevention*: it is measured by the ratio of total errors that may arise when interacting with the pictograms among the total actions performed in the software under evaluation. As an example, an attribute of this is "Data entry validation."
- ii. *Error recovery*: measures the level of fault tolerance of the functions of software under evaluation. As an example, an attribute of this is "Recovery from operational errors."

The equations used for these attributes are to a greater extent by their equations of each attribute. These equations can be viewed in the link initially established.

#### E. User interface aesthetics

This sub-characteristic qualifies the user's perception of the graphical interface by measuring the visual satisfaction for software under evaluation [15]. The sub-sub-characteristics regarding this are detailed below:

- i. *Proportionality*: measures the level of adjustment of software components under evaluation to the screen sizes of a mobile device. As an example, an attribute of this is the "Relationship between item size and screen size."
- ii. *Visual consistency*: measures the consistency between visual components of the graphical interface of software under evaluation. As an example, an attribute of this is "Color uniformity."
- iii. *Personalization*: measures the level of personalization of a group of elements in a graphical interface. As an example, an attribute of this is "Customizing the appearance of the user interface."



The equations used for these attributes are, to a greater extent, by the Likert Scale and the own equations of the attributes. These equations can be viewed in the link initially established.

#### IV. IMPLEMENTATION OF THE USABILITY MODEL FOR PICTOGRAPHIC SYSTEMS IN AACSS

This section details the tools used for the implementation and evaluation of the proposed model. The applications selected for evaluation using the proposed model are: Talk up! [6] and PictoTea [7]. The choice of these applications is mainly due to the level of existing documentation and the maintainability of the electronic store updates. These two applications allow people with communication difficulties to interact with their peers through a mobile device [6][7]. Both applications provide a training space for the use; however, Talk up! [6] provides an additional tool, which consists of routine programming phrases.

Likewise, their choice was the result of seeking a contrasting evaluation between two applications in the market. Like most software developed today, the two applications follow the classic or agile development stages or a hybrid of these cycles. This hybrid cycle [17] can be visualized in figure 2 presented in <https://bit.ly/3t7DKWE>.

Thus, it can be noted that the stage in which a quality model is applied must be in the Testing and Maintenance stage. This is because the application's final characteristics or its implemented improvements have been established, so the fidelity of the evaluation will be higher. The use of the quality model can also be considered at the Design stage. However, if done, the prototypes must be functional and meet all the requirements. Next, five attributes of the proposed model are applied. The selection of these attributes has been part of the evaluation process, detailed in Section V. These attributes are used to evaluate the usability of these two mobile applications.

##### A. Talk Up Assessment

The usability evaluation of this AACSS "Talk Up" application (see Figure 3) is carried out using five attributes and their metrics. The selected attributes are the internationalization (1.1.3.2), components popularity (1.1.3.3), the information activities to be carried out (1.2.1.2), the predictability of the component actions (1.2.2.2), and the relationship between the size of the elements and the size of the screen (1.5.1.1).



Figure 3. Making a complete sentence in Talk Up!

Next, the attributes mentioned above are evaluated:

**Internationalization:** measures the relationship between the total number of actions required to establish alternative communication (AAC) versus the total number of actions. In

turn, equation (1) is applied, in which the result below the established threshold fits into Acceptable (0.66<value<= 1)

$$I = \frac{9}{11} = 0.8 \quad (1)$$

**Component Popularity** measures the relationship between the number of known pictograms versus the total number of pictograms displayed on the screen. In turn, equation (2) is applied, in which the result below the established threshold fits into Not Acceptable (0<value<=0.33)

$$PC = \frac{25}{92} = 0.27 \quad (2)$$

**Information activities to be carried out:** measures the level of feedback regarding the user's actions. This attribute applies a Likert scale, which asks if it is acceptable, not very acceptable, or not acceptable. In this case, it is set to be Acceptable.

**Component Actions Predictability:** measures the ratio of the number of components to predictable actions and the total number of components. In turn, equation (3) is applied, in which the result below the established threshold fits into Acceptable (0.66<value<=1)

$$PAC = \frac{19}{21} = 0.9 \quad (3)$$

**Ratio between the size of the elements and the screen size:** measures the relationship between the area occupied by the different elements on the screen, compared to the total area of the screen. This attribute applies a Likert scale, which asks if it is acceptable, not very acceptable, or not acceptable. In this case, it is established that it is Acceptable. Before writing the usability report, an assignment of intervals is made at the problem level under the criteria of Table I.

TABLE I. THRESHOLDS, INTERVALS AND WEIGHTS

Problem level	Interval	Likert interval	Binary Interval	Weight
High	0 - 0.49	Not acceptable	Not acceptable	0
Medium	0.5 - 0.69	Little Acceptable	-	0.5
Low	0.7 - 1	Acceptable	Acceptable	1

The results obtained in this example allow us to prepare the usability report. This report starts from Table II, in which the attributes with their results and their usability level problem are displayed.

TABLE II. SUMMARY OF THE USABILITY REPORT FOR THE TALK UP APP

Attributes	Result Metric	Usability Problem Level
Internationalization	0.8	Low
Component Popularity	0.27	High
Information activities to be carried out	Acceptable	Low
Predictability of component actions	0.9	Low
Relationship between item size and screen size	Acceptable	Low

Thus, equation (4) for obtaining the usability indicator is applied, where PL is the problem level and N is the total number of attributes applied in the evaluation.

$$IU = \frac{\sum^n PL_n}{n} \times 100\% \quad (4)$$



The result of this operation is detailed in equation (5), which indicates that this application has 80% usability. Having as a problem the popularity of components, but counting on the advantages of a good ratio of element and screen sizes, predictability of actions, information activities and internationalization.

$$IU = \frac{1+0+1+1+1}{5} \times 100\% = 80\% \quad (5)$$

#### B. PictoTEA Assessment

The usability evaluation of this AACSS "PictoTea" application (see figure 4) is carried out using five attributes and their metrics. The selected attributes are the same ones selected in the AACSS "Talk Up" evaluation.



Figure 4. Completing a complete sentence in PictoTEA

Next, the attributes mentioned above are evaluated:

*Internationalization*, which applies equation (6), where the result below the established threshold fits Acceptable ( $0.66 < \text{value} \leq 1$ )

$$I = \frac{4}{5} = 0.8 \quad (6)$$

*Component Popularity*, which applies equation (7), where the result below the established threshold falls into Little Acceptable ( $0.33 < \text{value} \leq 0.66$ )

$$PC = \frac{55}{93} = 0.59 \quad (7)$$

*Information activities to be carried out*: which applies a Likert scale, where it is established that it is Acceptable.

*Predictability of the actions of the components* which applies equation (3), where the result below the established threshold fits into Acceptable ( $0.66 < \text{value} \leq 1$ )

$$PAC = \frac{8}{12} = 0.6 \quad (8)$$

*Relationship between the size of the elements and the size of the screen*: which applies a Likert Scale where it establishes that it is Acceptable.

Before writing the usability report, an assignment of intervals is made at the problem level under the criteria of Table I. The results obtained in this example allow us to prepare the usability report. This report starts from Table III, in which the attributes with their results and usability level problem are displayed.

TABLE III. SUMMARY OF THE USABILITY REPORT FOR THE PICTOTEA APP

Attributes	Result Metric	Usability Problem Level
Internationalization	0.8	Low
Component Popularity	0.59	Medium
Information activities to be carried out	Acceptable	Low
Predictability of component actions	0.6	Medium
Relationship between item size and screen size	Acceptable	Low

This is how equation (4) for obtaining the usability indicator is applied. The result of this operation is detailed in equation (9), which indicates that this application has 80% usability. Having as a problem the popularity of components and predictability of actions, but counting on the advantages of a good ratio of element and screen sizes and information and internationalization activities.

$$IU = \frac{1+0.5+1+0.5+1}{5} \times 100\% = 80\% \quad (9)$$

#### V. EXPERIMENTAL RESULTS

The evaluation of the usability model for pictographic systems in AACSS took as a reference the use of the evaluation guidelines of SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation) referring to standard 25040 [18]. This evaluation is based on five activities that have been adapted to the type of AACSS applications. The stages of this evaluation process are detailed in the process model with SPEM2 notation in figure 5 presented in <https://bit.ly/3u9GdkJ>.

The evaluation process was complemented by the experimentation process [19]. This process consists of 5 phases: Definition of scope, Planning of experiment, Operation, Analysis and interpretation, and presentation and reports.

#### A. Definition of scope

Initially, the scope is detailed using the GQM - Goal, Question Metric framework [20] adjusted to the domain of the AAC problem (See Table IV).

TABLE IV. GQM FOR THE EVALUATION OF A AACSS

Analyze	The design and usability of AACSS's mobile applications.
With the purpose of	Evaluate the development method of AACSS GUI interfaces in mobile environments
With respect to	Usability in people with AAC
From the point of view of	Researcher (Systems Engineer) and the QA team
In the context of	A group of university students and members of a research group

Once the evaluation context is determined, two research questions are posed:

- **RQ1:** Is the model perceived as easy to use and useful? If yes, are the respondents' perceptions the result of their performance when using the usability model?
- **RQ2:** Is there the intention of future use of the usability model? If so, are the intentions of using the result of the perceptions of the participants?

#### B. Experiment planning

The use of the Technological Acceptance Model (TAM) [21] allows predicting the behavior in front of a technological solution. In addition, the method evaluation model or MEM [22] is based on the TAM constructors, which will be used to perform the performance analysis of the respondent. These will be applied in the evaluation of the following hypotheses:

- $H1_0$ : The usability model is perceived as difficult to use,  $H1_0 = \sim H1_1$
- $H2_0$ : The usability model is not perceived as useful,  $H2_0 = \sim H2_1$



- $H3_0$ : There is no intention to use the usability model in the future,  $H3_0 = \sim H3_1$

These hypotheses will be evaluated by the questions in Table V. These questions apply a Likert scale, on a 5-point scale, where 1 represents a value of low significance and 5 a value of high significance. This table raises several diminutives: PEOU for Perceived Ease of Use, PU for Perceived Utility, and ITU for Intent to Use.

TABLE V. PERCEPTION MEASUREMENT QUESTIONS

Question Code	Positive Question
PEOU1	The usability model has seemed simple and easy to follow
PEOU2	In general, the usability model is easy to understand
PEOU3	The steps to solve the usability model are straightforward and easy to learn
PEOU4	The steps to solve the usability model are easy to learn
PEOU5	I think it would be easy to master this usability model
PU1	I think the usability model would reduce the time and effort required to evaluate an AACSS in real life
PU2	In general, I consider that the usability model is useful
PU3	I think the usability model is useful to improve the ability to evaluate an AACSS application
PU4	I think the usability model is expressive enough to define how it is solved
PU5	The usability model would improve my performance evaluating an AACSS application
PU6	In general, I think that this usability model can be used to help evaluate AACSS applications.
ITU1	If I had to use the usability model in the future, I think I would take it into account
ITU2	In case you need a usability model for AACSS, you would intend to use this MODEL in the future
ITU3	I would recommend using this usability model

### C. Operation

The performance of subsequent perception measurements using the model consisted of a survey filled out by 5 participants of the experiment, with gender distribution consisting of 60% men and 40% women.

### D. Analysis and interpretation

As part of this phase, user perceptions, performance, and causal relationships were analyzed to establish the hypotheses initially raised.

#### 1) Analysis of user perceptions

In Figure 6 an analysis of user perceptions is presented, where the mean exceeds the neutral value (3) of the Likert scale.

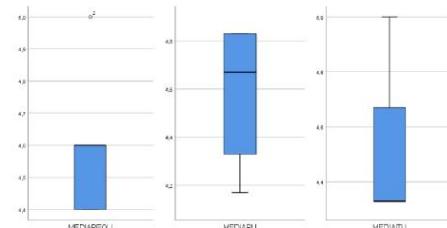


Figure 6. Media box diagram: ITU, PEOU, PU. Source: Own Authorship

Table VI shows the results of the Shapiro-Wilk test [23], where if  $p < 0.05$ , it is rejected with a significance level of 5%, and if  $p < 0.01$ , it is rejected with a significance level of 1%.

Thus, it is verified that for PEOU, PU, ITU with a value between 3 and 5, the hypotheses  $H1_0$ ,  $H2_0$ ,  $H3_0$  are rejected since:

- The PEOU variable has a mean value of 4.6. This means that the usability model is perceived as easy to use.
- The variable PU has a mean value of 4.56. This measure refers to the fact that the respondents perceive the usability model is useful for training and cognitive evaluation.
- The UTI variable has a mean value of 4,531. This means that the usability model will intend to be used in the future by the respondents.

TABLE VI. PERCEPTION MEASUREMENT RESULTS

Variable	Min	Max	Media	Std. Dev.	Std. E.	S. W. p-test
PEOU	4.40	5.00	4.60	0.24	0.10	0.14
PU	4.17	4.83	4.56	0.30	0.13	0.23
ITU	4.33	5.00	4.53	0.30	0.13	0.047
Effectiveness	0.83	1.0	0.90	0.06	0.02	0.92
Efficiency	9.00	14.0	11.4	2.07	0.92	0.75

#### 2) User performance analysis

Next, the analysis is detailed to observe the participant's behavior in the usability model's general performance. In addition, it is shown the efficiency that represents the time it took the interviewer to solve the experiment. Likewise, Table VII is analyzed concerning the analysis of causal relationships:

- **Efficiency vs. PEOU:** The significance of the efficiency of the regression model was not significant, with  $p > 0.1$ . The R2 shows that the efficiency variable does not explain the variance in PEOU, indicating that the current efficiency of the participants does not influence their perceptions of ease of use. These results do not allow rejecting the null hypothesis  $H1_0$ . Furthermore, its alternative hypothesis, meaning that the efficiency does not determine the PEOU.
- **Effectiveness vs. PU:** The regression model presents  $p > 0.1$ . Therefore it is not significant. The R2 shows that the effectiveness can explain the 5% variance of PU, indicating that certain perceptions regarding PU are determined by the participants' effectiveness when they apply the method. The regression coefficient for effectiveness was negative, which means that the higher the effectiveness value, the lower the PU value. These results do not allow rejecting  $H2_0$ . Moreover, accepting its alternative hypothesis, which means that it has been proven that PU is not determined by effectiveness.
- **PEOU vs. PU:** The regression model presents  $p > 0.1$ , therefore it is not significant. R2 shows that the PEOU variable is able to explain 61% of the variance in PU, indicating that PEOU determines perceptions regarding PU. These results do not allow rejecting  $H3_0$ . Moreover, accepting its alternative hypothesis, which means that it has been proven that PEOU does not determine PU.
- **ITU vs. PU:** The regression model presents  $p > 0.1$ , therefore it is not significant. R2 shows that the PU variable can explain 71% of the variance in UTI, which represents a high value since there could be other factors



that influence UTI. These results do not allow rejecting  $H1_0$ . Moreover, accepting its alternative hypothesis, which means that it has been proven that PU does not determine UTI.

- *ITU vs. PEOU*: The regression model presents  $p > 0.1$ , therefore it is not significant. The  $R^2$  shows that the PEOU variable explains 46% of UTI variance, indicating that their PEOU does not determine future UTIs. These results do not allow rejecting  $H2_0$ . Moreover, accepting the alternative hypothesis, which means that it has been proven that PEOU does not determine UTI.

TABLE VII PERCEPTION MEASUREMENT RESULTS

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig. (p)	R	R <sup>2</sup>
<i>Actual Efficiency and PEOU</i>							
Constant	4.6	0.78	-	5.8	0.01	-	-
Efficiency	0	0.06	0	0.0	1	0	0
<i>Effectiveness, Actual and PU</i>							
Constant	5.55	2.3	-	2.4	0.09	-	-
Effectiveness	-1	2.54	-0.2	-0.4	0.69	0.24	0.05
<i>PEOU and PU</i>							
Constant	0.11	2.01	-	0.05	0.95	-	-
PEOU	0.967	0.43	0.78	2.20	0.11	0.78	0.61
<i>PU and ITU</i>							
Constant	3.31	2.53	-	1.3	0.28	-	-
PU	0.26	0.5	0.26	0.48	0.66	0.26	0.71
<i>PEOU e ITU</i>							
Constant	0.69	2.38	-	0.29	0.78	-	-
PEOU	0.83	0.51	0.68	1.6	0.20	0.68	0.462

In the user performance analysis, the effectiveness and efficiency of the participants were measured. From the results obtained from Table VII, it is obtained that

- Effectiveness has a minimum value of 0.83 and a maximum of 1, with an average value of 0.9, which shows a high performance of the respondents when using the usability model.
- The efficiency has a minimum value of 9 minutes and a maximum of 14 minutes with a maximum value of 11.4 minutes.

#### E. Presentation and reports

The hypotheses  $H1_0$ ,  $H2_0$ ,  $H3_0$  are accepted, so the model has been perceived as difficult to use for the respondents. In addition to having a high performance in model use. Finally, the analysis of threats that influence the performance of the experiment is carried out, these are:

##### 1) Internal validity

Threats to internal validity refer to measurement error, the experience of the participants, and the authors' biases. The measurement error refers to a participant's behavior when answering two similar questions in a contradictory way. This threat was addressed by specifying the questions in more detail and providing more time for the participants. The threat related to the participants' experience was dealt with through a training example, where the process was shown step by step and helping the user to understand the model. A pilot experiment among 5 people addressed the authors' biases. This pilot evaluated the experimental material to reduce errors of poorly detailed or ambiguous text in the experiment.

Experiment participants demonstrate a high-performance understanding of the usability model.

##### 2) External Validity

Threats to external validity refer to the limited access to AACSS and Multiple Processing Effects applications. The threat of access to applications is because, although these applications exist in the Play Store, it does not support all versions of Android and not existing in the AppStore. This threat was solved by providing screenshots of the tasks to be evaluated, simulating the tasks in the experiment applications.

##### 3) Construct validity

The main construct threat corresponds to the reverberation of the efficacy and efficiency in evaluating the experiment. This threat is addressed by expanding the sample of participants and improving the detail of the questions. Also, another threat is the reliability of the questionnaire. This threat is addressed using a Cronbach's Alpha test [24] for each construct question group. Although the alpha values for PEOU, PU, ITU must be greater than 0.7 to be accepted, this experiment shows lower values, for which reason another test with more participants is proposed. PEOU has an alpha value of 0.22, PU has an alpha value of 0.77, UTI has an alpha value of 0.55

##### 4) Conclusion validity

The threat of conclusions is due to statistical biases due to the choice of the sample size. The biggest problem is validity in the sample sizes in future replicates of the experiment. This experiment has a small sample of 5 participants, resulting in a problem with the conclusion's validity. To solve this threat, it was carried out in a homogeneous group of participants, last-year students of Systems Engineering, in an age group over 20 years old and under 25.

## VI. CONCLUSIONS AND FURTHER WORK

This article has detailed the construction of a quality model and its evaluation method. This construction has been based on different ISO 9126-1, ISO 25010, ISO 9241-210, and SQuaRE - ISO 25040. The attributes and metrics selected or specified in the model allow quantifying and identifying usability problems, such as Low, Medium, or High. These problems should be reported to the development team to be fixed, which is one more of the objectives of the quality models. This construction has been necessary, since for AACSS systems, there is no specific quality model, but, on the contrary, a general one. This proposal tries to address people's problems with some oral communication disability; however, it is necessary to continue investigating how to integrate more specific aspects and complement the characteristics, sub-characteristics, and attributes. The questions asked at the beginning of the experiment, in turn, were answered. The model is perceived as easy to use and useful, resulting from its performance when using it.

Moreover, there is the intention of future use of the usability model. This intention is a result of the perceptions taken by the participants in the experimentation process. Health professionals will perceive the true utility of this quality model, who will have the inputs for therapies for people with disabilities, likewise, on the part of their caregivers and society in general, which will have the necessary technological tools to interact fluently.

The proposed evaluation method and evaluation through the experimentation process have been constructed so that



evaluators have a guiding tool for measuring the usability of an AACSS application. Finally, the evaluation of two existing applications in the market allows having a global idea of the criteria of the evaluators of how to use the model through experimentation. It also reveals a high level of understanding of its use. It is essential to mention that, although the model and its evaluation method have been built based on specific criteria of the problem domain, the AACSS applications, their approach has also been carried out under general criteria. This was considered so that anyone without more excellent knowledge of the domain of AAC can implement and evaluate them. These approaches can be revised in the future to be adapted to the situations that are considered necessary.

As a continuation of this research work, some future works are presented; the most outstanding are: i) Systematic review, which will detail the depth and criteria of usability in quality of use of SAACs that implement pictograms. This item is in development and will be published very soon; ii) evaluation of the Usability Model and its evaluation method with more extensive and more diverse samples, among them, other development professionals such as designers, scrum masters, developers who can implement evaluation cycles of the SAAC software to develop.

#### ACKNOWLEDGMENT

This work is part of the following research projects: *Fog Computing applied to monitor devices used in assisted living environments; case study: a platform for the older adults and Design of architectures and interaction models for assisted living environments aimed at older adults. Case study: playful and social environments*. Therefore, we thank DIUC of Universidad de Cuenca for its support.

#### BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- [1] S. Rochimah, H. I. Rahmani, and U. L. Yuhana, "Usability characteristic evaluation on administration module of Academic Information System using ISO/IEC 9126 quality model," in *2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications, ISITA 2015 - Proceeding*, Aug. 2015, pp. 363–368, doi: 10.1109/ISITA.2015.7220007.
- [2] Centro Aragonés para la Comunicación Aumentativa y Alternativas, "AAC Symbols and shared resources - ARASAAC," *ARASAAC*, 2020. <https://arasaac.org>
- [3] E. Asorey, S. Foz, and E. Vargas, "Implementar SAAC en el aula - Aula abierta de ARASAAC," *ARASAAC*, 2015. <http://aulaabierta.arasaac.org/implementar-saac-en-el-aula#~:text=Es fundamental potenciar la representación pictografiar el entorno del usuario>
- [4] M. Concetta, "Los mejores sistemas aumentativos y alternativos de comunicación | PSISE," *PSISE*, 2017. <https://paisemadrid.org/los-sistemas-aumentativos-y-alternativos-de-comunicacion-saac/>
- [5] J. Marcos and D. Romero, "AraBoard para PC y para dispositivos móviles - 3 - AraBoard Constructor - Aula abierta de ARASAAC," *Centro Aragonés para la Comunicación Aumentativa y Alternativa*, 2017. <http://aulaabierta.arasaac.org/araboard-para-pc-y-para-s-o-android-o-mocio>
- [6] T. Editors, "Talk Up! - Como funciona," *Talk Up! Official Web Page*, 2020.
- [7] Servicio de Información sobre Discapacidad, "PictoTEA (SID)," 2021. <https://sid.usal.es/internet/discapacidad/2900/9-10/pictotea.aspx>
- [8] V. Q. de la Torre, "Adherencia terapéutica en un paciente con discapacidad intelectual Estudio de un caso - CORE Reader," *Universidad de Valladolid*, 2015.
- [9] International Organization for Standardization, "Criterios del modelo EFQM. Criterio 7: Resultados en las personas," *ISOTools*, 2013. <https://www.iso25000.org/2013/12/23/criterios-del-modelo-efqm-criterio-7-resultados-en-las-personas/>
- [10] International Organization for Standardization, "ISO 25010," *Portal ISO 25000*, 2020. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- [11] M. McMurtrey, "A Case Study of the Application of the Systems Development Life Cycle (SDLC) in 21st Century Health Care: Something Old, Something New?," *J. South. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 1, Jan. 2013, doi: 10.3998/jsaia.11880084.0001.103.
- [12] International Organization for Standardization, "NORMAS ISO 25000," *Portal ISO 25000*, 2020. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000>
- [13] International Organization for Standardization, "ISO - ISO 14915-1:2002 - Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 1: Design principles and framework," *ICS*, 2002. <https://www.iso.org/standard/25578.html>
- [14] International Organization for Standardization, "ISO - ISO 9241-210:2019 - Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems," *ICS*, 2019. <https://www.iso.org/standard/77520.html>
- [15] M. Carrasco, "Auditoría compatibilidad producto software," *UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID*, 2015. [https://eprints.ucm.es/td/eprint/33446/1/TFG\\_Matias\\_Sanchez-Carrasco\\_Garcia.pdf](https://eprints.ucm.es/td/eprint/33446/1/TFG_Matias_Sanchez-Carrasco_Garcia.pdf)
- [16] E. Insfran, P. Cedillo, A. Fernández, S. Abrahão, and M. Matera, "Evaluating the usability of mashups applications," in *Proceedings - 2012 8th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology, QUATIC 2012*, 2012, pp. 323–326, doi: 10.1109/QUATIC.2012.28.
- [17] I. Feoktistov, "Agile Software Development Lifecycle Phases Explained," 2020. <https://relevantsoftware.blog/agile-software-development-lifecycle-phases-explained/>
- [18] International Organization for Standardization, "ISO 25040," 2010. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25040>
- [19] J. Bernal, "Diseño de experimentos (DOE): Para qué sirve y cómo realizarlo," *PDCA Home*, 2012. [https://www.pdcahome.com/doe/#~:text=El diseño de experimentos \(DOE\) de un proceso o producto](https://www.pdcahome.com/doe/#~:text=El diseño de experimentos (DOE) de un proceso o producto)
- [20] A. Birk, "Goal/Question/Metric (GQM)," 2010. <https://makingsofsoftware.com/2010/08/goalquestionmetric-gqm/>
- [21] W. R. King and J. He, "A meta-analysis of the technology acceptance model," *Inf. Manag.*, vol. 43, no. 6, pp. 740–755, Sep. 2006, doi: 10.1016/j.im.2006.05.003.
- [22] M. Elahinia, "Shape Memory Alloy Actuators: Design, Fabrication, and Experimental Evaluation - Mohammad H. Elahinia - Google Libros," 2016. [https://www.researchgate.net/publication/284187708/Shape\\_Memory\\_Alloy\\_Actuators\\_Design\\_Fabrication\\_and\\_Experimental\\_Evaluation](https://www.researchgate.net/publication/284187708/Shape_Memory_Alloy_Actuators_Design_Fabrication_and_Experimental_Evaluation)
- [23] S. S. Shapiro, S. S. Shapiro, and M. B. Wilk, "An analysis of variance test for normality (complete samples)," *Biometrika*, vol. 52, no. 3–4, pp. 591–611, 1965, doi: 10.1093/biomet/52.3-4.591.
- [24] L. Cronbach, "Coefficient alpha and the internal structure of tests," 1951. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>



*Anexo 22 Certificado de participación en la conferencia ICEDEG 2021*



*Anexo 23. Enlaces de las salidas de la fase de implementación*

- a) Prototipos de las aplicaciones web:
  - i) VitaApp Admin:  
<https://www.figma.com/proto/B335IUIBQPoQj0xhv1GFdO/VitaApp-Admin>
  - ii) VitaApp Carer:  
<https://www.figma.com/proto/OEL32D5KZQLBmEY0yfSGjr/VitaApp-Carer>
  - iii) VitaApp Elderly:  
<https://www.figma.com/proto/GrpjuDRVsmIEvKbwoCrxjO/VitaApp-Elderly>
- b) Documento donde se agrupan los métodos HTTP de los microservicios de VitaApp:  
<https://documenter.getpostman.com/view/14467803/TzK2YYo6>
- c) Repositorios de los 4 proyectos creados en la fase de implementación del método UIAAC:
  - i) VitaApp Server: <https://github.com/ChristianCollaguazo/VitaApp-Elderly>
  - ii) VitaApp Admin: <https://github.com/ChristianCollaguazo/VitaApp-Admin>
  - iii) VitaApp Carer: <https://github.com/ChristianCollaguazo/VitaApp-Carer>
  - iv) VitaApp Elderly: <https://github.com/ChristianCollaguazo/VitaApp-Elderly>
- d) Enlaces a las tres aplicaciones:
  - i) VitaApp Admin: <https://vitaapp-ucuenca.web.app/login>
  - ii) VitaApp Carer: <https://vitaapp-ucuenca-carer.web.app/login>



- iii) VitaApp Elderly: <https://vitaapp-ucuenca-elderly.web.app/login>
- e) Enlace al video de la entrevista ofrecida a diario el Mercurio
  - i) <https://fb.watch/7i-SKZPJPE/>