



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS**

**DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**Nombre Tesis:**

METUIGA "Metodología para el diseño de sistemas basados en interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas ciegas"

**Tesis para obtener el título de Maestría en Ciencias computacionales, opción matemáticas aplicadas**

**Presenta:**

Luis Roberto Ramos Aguiar

**Tutor:**

Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez

**Asesores:**

Dr. Julio César Ponce Gallegos

Dr. César Eduardo Velázquez Amador

**Aguascalientes, Ags, Enero del 2020**



**DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO**



Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: 25/01/2021

**NOMBRE:** LUIS ROBERTO RAMOS AGUIAR **ID** 266432

**PROGRAMA:** MAESTRÍA EN CIENCIAS CON OPCION A LA COMPUTACIÓN, MATEMÁTICAS APLICADAS **LGAC (del posgrado):** COMPUTACIÓN - INGENIERÍA DE SOFTWARE

**TIPO DE TRABAJO:** (  ) Tesis (  ) Trabajo Práctico  
**TÍTULO:** METUIGA "METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS BASADOS EN INTERFACES TANGIBLES DE USUARIO Y TÉCNICAS DE GAMIFICACIÓN PARA PERSONAS CIEGAS"

**IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):** DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE OSISTEMAS COMPUTACIONALES QUE APLIQUEN INTERFACES TANGIBLES DE USUARIO Y TÉCNICAS DE GAMIFICACIÓN PARA APOYAR EN LA EDUCACIÓN DE PERSONAS CIEGAS

INDICAR	SI	NO	N.A. (NO APLICA)	SEGÚN CORRESPONDA:
<i>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</i>				
SI				El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI				La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI				Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI				Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI				Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI				El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI				Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
SI				Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI				Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)
<i>El egresado cumple con lo siguiente:</i>				
SI				Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI				Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
SI				Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
N.A.				Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
SI				Coincide con el título y objetivo registrado
SI				Tiene congruencia con cuerpos académicos
SI				Tiene el CVU del Conacyt actualizado
SI				Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)
<i>En caso de Tesis por artículos científicos publicados</i>				
SI				Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
SI				El estudiante es el primer autor
SI				El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
SI				En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
SI				Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
SI				N.A.

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado: Sí  No

**Elaboró:** **FIRMAS**

\* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN: DR. FRANCISCO JAVIER ÁLVAREZ RODRÍGUEZ

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO: DR. HERMILO SÁNCHEZ CRUZ

\* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano

**Revisó:** DR. HAYDÉ MARTÍNEZ RUBALCABA

**Autorizó:** M. EN C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ

**Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado**  
 En cumplimiento con el Art. 109C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

Elaborado por: D. Apoyo al Posg.  
 Revisado por: D. Control Escolar/D. Gestión de Calidad.  
 Aprobado por: D. Control Escolar/ D. Apoyo al Posg.

Código: DO-SEE-FO-15  
 Actualización: 01  
 Emisión: 28/04/20



CARTA DE VOTO APROBATORIO  
INDIVIDUAL

M. EN C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

PRESENTE

Por medio del presente como DIRECTO DE TESIS designado del estudiante **Luis Roberto Ramos Aguiar** quien realizó *la tesis* titulada: **METUIGA Metodología para el diseño de sistemas basados en interfaces de tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas ciegas**, se considera un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a día 14 de diciembre de 2020.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez'.

Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez  
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07  
Actualización: 01  
Emisión: 17/05/19

CARTA DE VOTO APROBATORIO  
INDIVIDUAL

M. EN C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

**P R E S E N T E**

Por medio del presente como ASESOR designado del estudiante **LUIS ROBERTO RAMOS AGUIAR** con ID 266432 quien realizó *el trabajo de tesis* titulado: **METUIGA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS BASADOS EN INTERFACES TANGIBLES DE USUARIO Y TÉCNICAS DE GAMIFICACIÓN PARA PERSONAS CIEGAS**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia damos nuestro consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *él* pueda proceder a imprimirlo así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 15 de diciembre de 2020.



Dr. Julio César Ponce Gallegos  
Tutor de Tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DD-SEE-FO-16  
Actualización: 00  
Emisión: 17/05/19

CARTA DE VOTO APROBATORIO  
INDIVIDUAL

**M. EN C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS**

**PRESENTE**

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **LUIS ROBERTO RAMOS AGUIAR** con ID **266432** quien realizó *el trabajo de tesis* titulado: **METUIGA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS BASADOS EN INTERFACES TANGIBLES DE USUARIO Y TÉCNICAS DE GAMIFICACIÓN PARA PERSONAS CIEGAS**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia damos nuestro consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *él* pueda proceder a imprimirlo así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"Se Lumen Proferre"**  
Aguascalientes, Ags., a 15 de diciembre de 2020.



**Dr. César Eduardo Velázquez Amador**  
**Tutor de Tesis**

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-16  
Actualización: 00  
Emisión: 17/05/19

## DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi abuela, pues sin ella no hubiera logrado ser lo que soy, a mis padres y mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de mi vida y de toda mi carrera universitaria. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

*Luis Roberto Ramos Aguiar*



## AGRADECIMIENTOS

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial mi Abuela **María Concepción Solís Ramírez** y mi Madre **María Luisa Aguiar Solís** que con su esfuerzo, dedicación y consejos me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y ser el hombre que hoy soy.

A mi Padre **Roberto De Jesús Ramos Crespo** que me acompaño cada día motivándome a dar siempre más de lo que esperan de mí.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis tíos (**Martha, Zorayma, César, Ariana, Juan**) que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy.

De igual forma, agradezco a mi tutor de Tesis **Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez**, que me abrió las puertas de recurrir a su capacidad y conocimiento científico; gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

A los Profesores **Dr. Julio César Ponce Gallegos** y **César Eduardo Velázquez Amador** por formar parte de mi comité tutorial y por las observaciones realizadas para mejorar este proyecto.

A todos los Maestros que me han visto crecer como persona, gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

A CONACYT por el apoyo económico brindado durante este proyecto que me permitió realizar mi maestría.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, esta institución de enorme calidad, que me brindó todo el apoyo durante mi estancia.

A todos mis amigos y compañeros que dejaron huella en mi paso durante esta nueva etapa de culminación de maestría.

**TABLA DE CONTENIDO**

TABLA DE CONTENIDO ..... 1

ÍNDICE DE FIGURAS ..... 8

ÍNDICE DE TABLAS ..... 10

RESUMEN ..... 12

ABSTRACT ..... 13

1 INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN ..... 14

    1.1 Contexto..... 14

    1.2 Definición de la problemática ..... 15

    1.3 Justificación de la propuesta..... 16

        1.3.1 Justificación practica ..... 16

        1.3.2 Justificación social ..... 17

        1.3.3 Justificación técnica ..... 18

2 FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 20

    2.1 Tipo y método de investigación..... 20

        2.1.1 Tipo de investigación ..... 20

    2.2 Objetivos de la investigación..... 23

        2.2.1 Objetivo General ..... 23

        2.2.2 Objetivos específicos ..... 23

    2.3 Preguntas de la investigación ..... 24

    2.4 Alcance del proyecto..... 24

3 MARCO TEÓRICO ..... 26

    3.1 Discapacidad Visual(ciego)..... 26

        3.1.1 Ceguera ..... 27

        3.1.2 Causas de la Ceguera ..... 28

    3.2 Discapacidad en México ..... 28

    3.3 La discapacidad desde el mundo educativo ..... 29

        3.3.1 Tecnología educativa..... 30

        3.3.2 Las tendencias de la tecnología educativa ..... 31

        3.3.3 Matemáticas en la educación..... 32

        3.3.4 Importancia de la geometría como área matemática ..... 33

        3.3.5 Enseñanza de la geometría y estudiantes con discapacidad visual ..... 34

3.2.6	Tecnologías Digitales y enseñanza de la geometría.....	35
3.2.7	Educación inclusiva .....	37
3.2.8	El aporte de las TIC a la educación inclusiva en estudiantes con necesidades especiales.....	38
3.4	Procesos para la producción de software educativo.....	39
3.4.1	Que es una metodología y para que se utiliza .....	41
3.5	Interfaces tangibles del usuario .....	41
3.5.1	Características de una interfaz tangible.....	42
3.5.2	Interfaces tangibles en la educación.....	42
3.6	Gamificación .....	43
3.6.1	Principios de Gamificación.....	44
3.6.2	La gamificación en la educación.....	45
3.7	Análisis de metodologías de desarrollo.....	45
3.7.1	Metodología MPlu+a.....	46
3.7.2	Metodología MICEE .....	48
3.7.3	Metodología LEGADEE .....	49
3.7.4	Metodología DOODLE .....	51
3.7.5	Metodología Meconesis .....	52
3.7.6	Limitaciones de las metodologías revisadas.....	53
4	METODOLOGÍA PROPUESTA.....	56
4.1	Descripción de obtención de la metodología METUIGA .....	56
4.1.1	Descripción de la definición de la nomenclatura de productos en METUIGA .....	57
4.2	Descripción de los componentes de la metodología propuesta.....	58
4.2.1	Usuarios.....	59
4.2.2	Gamificación .....	59
4.2.3	Interfaces tangibles de usuario .....	60
4.2.4	Prototipado.....	60
4.2.5	Requerimientos.....	60
4.2.6	Diseño.....	60
4.2.7	Implementación.....	61
4.2.8	Evaluación .....	61

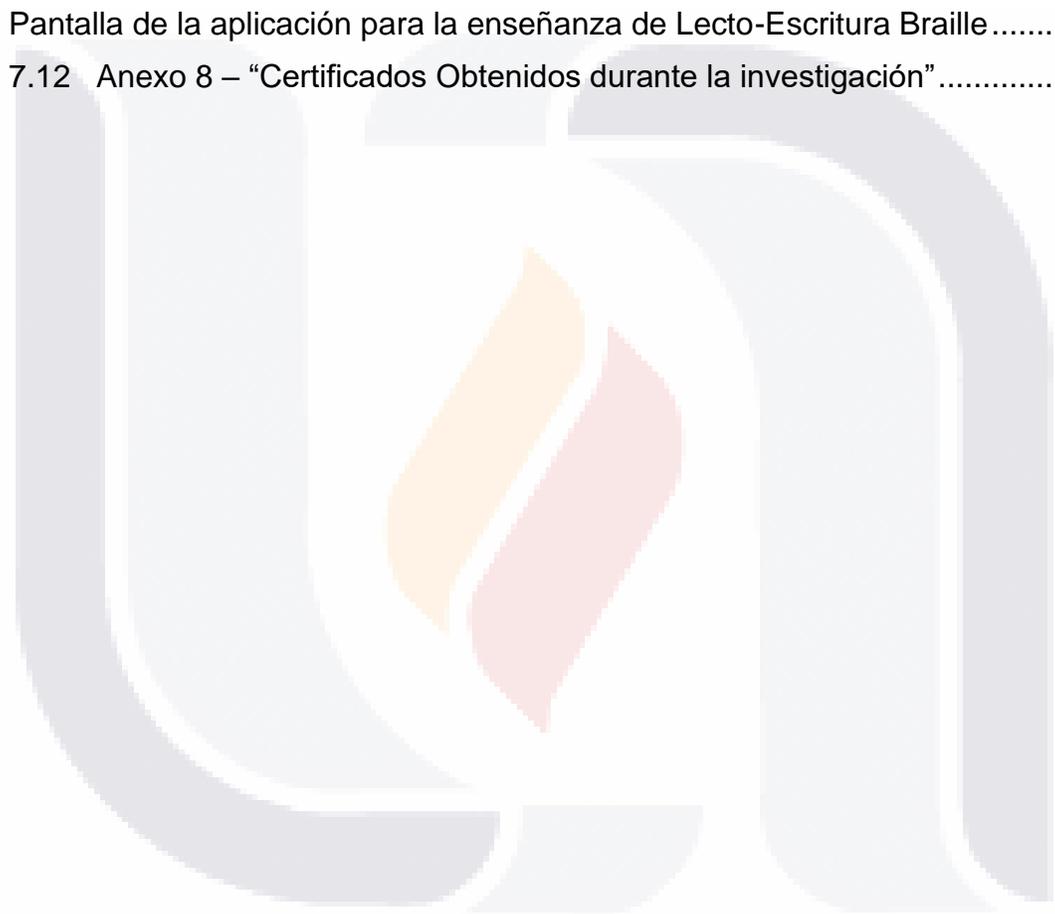
4.3	Descripción de los productos de la Metodología.....	61
4.3.1	Etapa de Requerimientos.....	61
4.3.2	Etapa de Diseño .....	64
4.3.3	Etapa de implementación.....	74
4.3.4	Etapa de Evaluación .....	75
4.4	Formatos de productos de METUIGA.....	81
4.4.1	Formatos Etapa Requerimientos .....	81
4.4.2	Formatos Etapa Diseño .....	82
4.4.3	Formatos Etapa Implementación .....	83
4.4.4	Formatos Etapa Evaluación .....	84
5	CASOS DE ESTUDIO .....	85
5.1	Versión 0 de Metodología METUIGA.....	85
5.2	Versión 1 – Iteración 1 - Caso de estudio “GeoTang”: Software para la enseñanza de figuras geométricas utilizando interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para usuarios ciegos.....	90
5.2.1	Aplicación de la etapa de requerimientos en el caso de estudio “GeoTang” 92	
5.2.2	Aplicación de la etapa de diseño en el caso de estudio “GeoTang” .....	93
5.2.3	Aplicación de etapa de implementación en el caso de estudio “GeoTang” 96	
5.2.4	Aplicación de la etapa de lanzamiento en el caso de estudio “GeoTang”	97
5.3	Versión 2 de Metodología METUIGA.....	98
5.4	Versión 2 – Iteración 2 - Caso de estudio “Porciones Tangibles”: Software para la enseñanza de fracciones matemáticas utilizando interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para usuarios ciegos .....	103
5.4.1	Aplicación de la etapa de requerimientos en el caso de estudio “Porciones Tangibles” .....	105
5.4.2	Aplicación de la etapa de diseño en el caso de estudio “Porciones Tangibles” .....	106
5.4.3	Aplicación de etapa de implementación en el caso de estudio “Porciones Tangibles” .....	108
5.4.4	Aplicación de la etapa de Evaluación en el caso de estudio “Porciones Tangibles” .....	109
5.5	Versión 2 – Experimentación con la metodología - Caso de estudio “Emociones tangibles”: Software para la enseñanza de emociones básicas	

utilizando interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para niños autistas .....	110
5.5.1 Aspectos para considerar en la construcción de la aplicación Emociones tangibles. ....	112
5.6 Elementos en común .....	113
6 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE METUIGA.....	114
6.1 Resultados Generales.....	114
6.2 Mejoras identificadas de versión 0 a versión 1 en la metodología METUIGA .....	115
6.3 Mejoras identificadas de versión 1 a versión 2 en la metodología METUIGA .....	115
6.4 Evaluación de la metodología METUIGA.....	117
6.4.1 Escenario de aplicación de la evaluación de la metodología METUIGA	119
6.4.2 Resultados obtenidos.....	119
7 CONCLUSIONES.....	121
7.1 Objetivos alcanzados.....	121
7.2 Respuestas de preguntas de investigación.....	123
7.3 Trabajos futuros .....	124
7.4 Limitaciones encontradas en la aplicación de la metodología .....	124
7.5 Productividad generada. ....	125
7.5.1 Trabajo 1- HCI INTERNATIONAL 2020 .....	125
7.5.2 Trabajo 2- CONTIE 2020 .....	125
7.5.3 Trabajo 3- CONISOFT 2020 .....	125
7.5.4 Trabajo 3- Revista de educación inclusiva.....	125
7.6 Certificados obtenidos durante la investigación .....	126
Bibliografía .....	126
ANEXOS.....	136
Anexo 1 – “Artículos publicados y estancia” .....	136
1.1 Congreso HCI INTERNATIONAL 2020.....	136
1.2 Congreso CONTIE 2020 .....	139
1.3 Congreso CONISOFT 2020 .....	140
1.4 Artículo publicado en la revista de educación inclusiva. ....	142
Anexos 2 – “Productos (Formatos) base de la metodología” .....	143

Anexo ER_A1 .....	143
Anexo ER_A2 .....	144
Anexo ER_A3 .....	145
Anexo ER_A4 .....	146
Anexo ER_A5 .....	147
Anexo EG_A1 .....	149
Anexo EG_A2 .....	150
Anexo EG_A3 .....	151
Anexo EG_A4 .....	152
Anexo EG_A5 .....	154
Anexo EG_A6 .....	155
Anexo EG_A7 .....	156
Anexo EG_A8 .....	157
Anexo EG_A9 .....	158
Anexo EG_A10 .....	159
Anexo EG_A10 .....	160
Anexo EG_A12 .....	161
Anexo EN_A1 .....	163
Anexo EN_A2 .....	164
Anexo EN_A3 .....	165
Anexo EV_A1 .....	166
Anexo EV_A2 .....	167
Anexo EV_A3 .....	168
7.7 Anexo 3 – “Productos (Formatos) base de metodología METUIGA iteración 1” .....	169
ER_A2-1 .....	169
ER_A3-1 .....	170
ER_A4-1 .....	171
ER_A5-1 .....	172
EG_A1-1 .....	180
EG_A2-1 .....	182
EG_A3-1 .....	184

EG_A4-1 .....	185
EG_A5-1 .....	186
EG_A6-1 .....	187
EG_A7-1 .....	189
EG_A8-1 .....	192
EG_A9-1 .....	193
EG_A11-1 .....	194
EN_A1-1 .....	195
EN_A2-1 .....	196
EN_A3-1 .....	198
EN_A4-1 .....	199
EV_A1-2 .....	200
EV_A2-1 .....	203
EV_A3-1 .....	205
7.8 Anexo 4 – “Productos (Formatos) base de metodología METUIGA iteración 2” .....	207
ER_A1-2 .....	207
ER_A2-2 .....	208
ER_A4-2 .....	209
ER_A5-2 .....	210
EG_A1-2 .....	216
EG_A2-2 .....	217
EG_A4-2 .....	220
EG_A6-2 .....	222
EG_A7-2 .....	223
EG_A8-2 .....	224
EG_A9-2 .....	227
EG_A10-2 .....	228
EG_A11-2 .....	229
EN_A2-2 .....	231
EN_A3-2 .....	234
7.9 Anexo 5 – “Elementos en común de los casos de estudio” .....	235

7.10 Anexo 6 – “Resultados de evaluación de la metodología METUIGA” .... 236  
Ponderaciones obtenidas en las encuestas realizadas ..... 236  
Evaluación Metodología 1..... 236  
Evaluación Metodología 2..... 237  
7.11 Anexo 7 – “Aplicaciones generadas durante el verano de investigación”  
238  
Pantallas de la aplicación Conoce el espacio ..... 238  
Pantalla de la aplicación para la enseñanza de Lecto-Escritura Braille..... 239  
7.12 Anexo 8 – “Certificados Obtenidos durante la investigación”..... 241



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipo de investigación. Fuente: Creación propia basada en (Hurtado, J., 2010) (Vanessa, V. & Francisco, Á., 2020).....	21
Figura 2. Pirámide de los elementos de gamificación. Fuente: (Werbach Kevin & Hunter Dan, 2012). .....	44
Figura 3. Metodología MPlu+a. Fuente: (i Saltiveri, 2004) .....	46
Figura 4. Metodología para desarrollar software colaborativo educativo para inclusión de personas con discapacidades considerando la UX (MICEE). Fuente: (Serna et al., 2019).....	48
Figura 5. Metodología LEGADEE. Fuente: (Marfisi-Schottman, 2012) .....	50
Figura 6. Metodología LEGADEE. Fuente: (Marfisi-Schottman, 2012). .....	50
Figura 7. Metodología MECONESIS. Fuente: (Cano Mazuera, 2016). .....	53
Figura 8. Etapas que componen la metodología METUIGA. Fuente: Creación propia.....	57
Figura 9. Metodología para el diseño de sistemas basados en interfaces de tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas con problemas visuales (METUIGA). Fuente: Creación propia.....	59
Figura 10. Etapa Requerimientos en metodología METUIGA. Fuente: Creación propia.....	62
Figura 11. Etapa de Diseño en metodología METUIGA. Fuente: Creación propia. ....	64
Figura 12. Estructura de gamificación. Fuente: Creación propia.....	67
Figura 13. Esquema de las mecánicas y dinámicas que genera una actividad gamificada. Fuente:(Mora, 2015).....	68
Figura 14. Proceso de diseño de las interfaces de usuario basado en el modelo espiral de (Boehm, B. W., 1983). Fuente: (Pressman, 1988). .....	71
Figura 15. Diagrama propuesto por Reactivision para la construcción de interfaces tangibles. Fuente: (Reactivision, 2020).....	74
Figura 16. Etapa Implementación en metodología METUIGA. Fuente: Creación propia.....	74
Figura 17. Etapa de Evaluación en metodología METUIGA. Fuente: Creación propia.....	76
Figura 18. Diagrama de Flujo del método Pensando en voz alta. Fuente:(Álvarez et al., 2019).....	81
Figura 19. Proceso para la identificación de mejoras en los instrumentos de la metodología METUIGA. Fuente: Creación propia basada en los Modelos de (Oktaba et al., 2007). .....	85
Figura 20. Metodología METUIGA versión 0. Fuente: Creación propia. ....	86
Figura 21. Metodología METUIGA versión 0 - Etapa Requerimientos modo gráfico. Fuente: Creación propia. ....	86

Figura 22. Metodología METUIGA versión 0 - Etapa de Diseño modo gráfico.  
 Fuente: Creación propia. .... 87

Figura 23. Metodología METUIGA versión 0 - Etapa Implementación modo gráfico  
 ..... 89

Figura 24. Metodología METUIGA versión 0 - Etapa de Lanzamiento modo gráfico.  
 Fuente: Creación propia. .... 90

Figura 25. Aplicación para la enseñanza de figuras geométricas. Fuente: Creación  
 propia..... 92

Figura 26. Metodología METUIGA versión 1. Fuente: Creación propia. .... 99

Figura 27. Metodología METUIGA versión 2 Etapa Requerimientos modo gráfico 99

Figura 28. Metodología METUIGA versión 2 - Etapa de Diseño modo gráfico ... 100

Figura 29. Metodología METUIGA versión 2 - Etapa Implementación modo gráfico  
 ..... 102

Figura 30. Metodología METUIGA versión 2 - Etapa de Evaluación modo gráfico.  
 Fuente: Creación propia. .... 102

Figura 31. Pantalla principal de la aplicación. Fuente: Creación propia..... 104

Figura 32. Implementación de técnicas de gamificación (colección de medallas).  
 Fuente: Creación propia. .... 104

Figura 33. Interfaces graficas de la aplicación Emociones tangibles con elementos  
 de gamificación. Fuente: Creación propia. .... 112

Figura 34. Modelo de evaluación de una metodología. Fuente: Creación propia,  
 basado en la investigación de (Méndez & Garrido, 2006) ..... 117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodologías, técnicas y/o herramientas analizadas en el problema. Fuente: Creación propia. ....	15
Tabla 2. Metodologías, técnicas, herramientas y principios posibles a implementar en la metodología METUIGA. Fuente: creación propia. ....	19
Tabla 3. Tipos de investigación. Fuente: (Hurtado, 2010).....	21
Tabla 4. Justificación de los elementos de la metodología MICEE. Fuente: (Serna et al., 2019).....	49
Tabla 5. Aspectos analizados en las diferentes metodologías. Fuente: creación propia.....	54
Tabla 6. Ejemplo de nomenclatura de productos en METUIGA Fuente: Creación propia.....	58
Tabla 7. Etapas de la Etapa de requerimientos de la metodología METUIGA.....	62
Tabla 8. Etapas de la Etapa de Diseño de la metodología METUIGA Fuente: Creación propia. ....	65
Tabla 9. La paleta TAC de Urp. Fuente: (Underkoffler & Ishii, 1999). ....	72
Tabla 10. Etapas de la Etapa de Implementación de la metodología METUIGA Fuente: Creación propia. ....	75
Tabla 11. Etapas de la Etapa de Lanzamiento de la metodología METUIGA Fuente: Creación propia. ....	76
Tabla 12. Formatos base para etapa Requerimientos. Fuente: Creación propia. .	82
Tabla 13. Formatos base para etapa Diseño. Fuente: Creación propia. ....	82
Tabla 14. Formatos base para etapa Implementación. Fuente: Creación propia. .	84
Tabla 15. Formatos base para etapa Lanzamiento. Fuente: Creación propia. ....	84
Tabla 16. Metodología METUIGA versión 0 – Etapa de requerimientos modo tabla. Fuente: Creación propia. ....	87
Tabla 17. Metodología METUIGA versión 0 – Etapa de Diseño modo tabla. Fuente: Creación propia. ....	88
Tabla 18. Metodología METUIGA versión 0 – Etapa de implementación modo tabla. Fuente: Creación propia. ....	89
Tabla 19. Metodología METUIGA versión 0 – Etapa de Lanzamiento modo tabla. Fuente: Creación propia. ....	90
Tabla 20. Resultados Etapa Requerimientos-Iteración1-Productos. Fuente: Creación propia. ....	92
Tabla 21. Etapa requerimientos en versión final de iteración 1. Fuente: Creación propia.....	93
Tabla 22. Resultados Etapa Diseño-Iteración1-Productos. Fuente: Creación propia. ....	94
Tabla 23. Etapa Diseño en versión final de iteración 1. Fuente: Creación propia. ....	95
Tabla 24. Resultados Etapa Implementación-Iteración1-Productos. Fuente: Creación propia. ....	96

Tabla 25. Etapa Implementación en versión final de iteración 1. Fuente: Creación propia..... 97

Tabla 26. Resultados Etapa Lanzamiento-Iteración1-Productos. Fuente: Creación propia..... 97

Tabla 27. Resultados Etapa Lanzamiento-Iteración1-Productos. Fuente: Creación propia..... 98

Tabla 28. Metodología METUIGA versión 2 – Etapa de Requerimientos modo tabla. .... 99

Tabla 29. Metodología METUIGA versión 2 – Etapa de Diseño modo tabla..... 100

Tabla 30. Metodología METUIGA versión 2 – Etapa de implementación modo tabla. .... 102

Tabla 31. Metodología METUIGA versión 2 – Etapa de Evaluación modo tabla. Fuente: Creación propia. .... 103

Tabla 32. Resultados Etapa Requerimientos-Iteración2-Productos. Fuente: Creación propia. .... 105

Tabla 33. Etapa requerimientos en versión final de iteración 2. Fuente: Creación propia..... 105

Tabla 34. Resultados Etapa de Diseño-Iteración2-Productos. Fuente: Creación propia..... 106

Tabla 35. Etapa de Diseño en su versión final de iteración 2. Fuente: Creación propia..... 107

Tabla 36. Resultados Etapa de Implementación-Iteración2-Productos. Fuente: Creación propia. .... 109

Tabla 37. Etapa de Implementación en su versión final de iteración 2. Fuente: Creación propia. .... 109

Tabla 38. Resultados Etapa de Evaluación-Iteración2-Productos. Fuente: Creación propia..... 110

Tabla 39. Resultados Etapa de Evaluación-Iteración2-Productos. Fuente: Creación propia..... 110

Tabla 40. Elementos en común en los casos de estudio. Fuente: Creación propia. .... 113

Tabla 41. Productos generados por los miembros del verano de investigación.. 119

Tabla 42. Seis primeros factores de éxito obtenidos en las encuestas. Fuente: Creación propia. .... 119

Tabla 43. Resultados generales obtenidos. Fuente: Creación propia..... 120

Tabla 44. Ponderaciones obtenidas de las encuestas realizadas. Fuente: Creación propia..... 236

Tabla 45. Evaluación de la metodología 1 ..... 236

Tabla 46. Evaluación de la metodología 2 ..... 237

## RESUMEN

*No hay secretos para el éxito. Éste se alcanza preparándose,  
trabajando arduamente y aprendiendo del fracaso.*

*Colin Powell.*

En la actualidad existen varias metodologías para desarrollar sistemas de software, sin embargo, son pocos los que se centran en personas con algún tipo de discapacidad, específicamente en personas ciegas.

El presente estudio muestra el proceso de investigación que se siguió para diseñar una propuesta de metodología de ingeniería de software (IS) que servirá para desarrollar sistemas de software con características de gamificación e interfaces tangibles de usuario para personas ciegas; dicha metodología podrá ser aplicada para desarrollar software que exponga cualquier tema educativo o tema esencial para personas ciegas.

En este trabajo presentamos dos casos de estudio en los cuales se siguió el método de investigación experimental para la obtención de mejoras en la metodología. El primer caso de estudio consiste en el desarrollo de un sistema de software para la enseñanza de geometría en niños ciegos, el segundo en la creación de un sistema de software para la enseñanza de porciones matemáticas en niños ciegos. Se realizó una experimentación con el desarrollo de un sistema de software para la enseñanza de emociones en niños con trastorno de espectro autista y demostrar la funcionalidad de la metodología en otras áreas de estudio.

La metodología propuesta lleva por nombre METUIGA y su creación está basada en el proceso en cascada de IS, así como en el enfoque de diseño centrado en el usuario. Los resultados obtenidos en la evaluación de la metodología realizada por equipos de desarrollo externos fueron satisfactorios, indicando que la metodología posee las características necesarias para producir software con las características deseadas.

*Palabras Clave: Metodología, Interfaces tangibles de usuario, Gamificación,*

*Diseño centrado en el usuario, Personas ciegas*

## ABSTRACT

There are currently several methodologies for developing software systems, however, few focus on people with any type of disability, specifically blind people.

The present study shows the research process followed to design a proposal for a software engineering (IS) methodology that will serve to develop software systems with gamification characteristics and tangible user interfaces for blind people; such methodology may be applied to develop software that exposes any educational issue or essential topic for blind people.

In this work we present two case studies in which the experimental research method was followed to obtain improvements in the methodology. The first case study consists in the development of a software system for teaching geometry in blind children, the second one in the creation of a software system for teaching mathematical portions in blind children. An experiment was carried out with the development of a software system for teaching emotions in children with autism spectrum disorder and to demonstrate the functionality of the methodology in other areas of study.

The proposed methodology is called METUIGA and its creation is based on the IS cascade process, as well as on the user-centered design approach. The results obtained in the evaluation of the methodology carried out by external development teams were satisfactory, indicating that the methodology has the necessary characteristics to produce software with the desired features.

*Keywords: Methodology, Tangible User Interfaces, Gamification,*

*User-Centered Design, Blind People*

# 1 INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

## CAPITULO 1

### INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta la descripción general del contexto de la investigación realizada, la definición de la problemática y la justificación de la propuesta.

**Sigue hambriento,**

**Sigue alocado.**

Steve Jobs

#### 1.1 Contexto

En los últimos años se han realizado un sin fin de acciones por generar una inclusión en todo tipo de personas en ámbitos del aprendizaje y la enseñanza debido a que aún no es aplicada en su totalidad en muchas aulas institucionales de México, específicamente en este caso se habla del estado de Aguascalientes, que es donde se está realizando la presente investigación. Con todos estos esfuerzos sin duda se ha logrado pasar mundialmente de una tendencia negativa a una positiva en temas de inclusión educativa. Dentro de este campo se encuentran las personas con problemas visuales que enfrentan desafíos importantes durante su proceso de aprendizaje, por ejemplo, las personas ciegas no tenían un método de lectura y escritura que se adecuara a sus necesidades, sin embargo, ahora pueden asistir a cualquier escuela como una persona promedio, a pesar de ello la mayoría de las veces, si no es que todas, las herramientas disponibles que se le brindan a una persona ciega no están acondicionadas para que perciban la información de una manera fácil y rápida que se adapte a sus necesidades y al mismo tiempo experimente una positiva experiencia de usuario. Solamente hablemos de un software educativo; la mayoría del software está desarrollado pensando en usuarios

que no poseen algún tipo de discapacidad, por lo que, si una persona ciega lo usa, este no está adaptado para explotar los sentidos por los que aprende este tipo de persona, como son el sentido del tacto y el auditivo.

## 1.2 Definición de la problemática

Se detecta que actualmente no existe una metodología de desarrollo de software que genere un software interactivo que involucre las características de las interfaces tangibles de usuario junto con técnicas de gamificación para personas ciegas que utilice el enfoque de diseño centrado en el usuario. Analizando la literatura se encontró que la mayoría de las metodologías, técnicas y/o herramientas para desarrollar software con dichas características, se enfocan a un solo tipo de usuario y en la gran mayoría es a personas con capacidades promedio; y en las que consideran a las personas con alguna discapacidad en particular en este caso, ciegos no consideran el uso de las interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación dentro de un mismo proceso de desarrollo. En la tabla 1 se puede observar las metodologías, técnicas y/o herramientas analizadas.

**Tabla 1.** Metodologías, técnicas y/o herramientas analizadas en el problema. Fuente: Creación propia.

Característica	Metodología/técnica/herramienta	Referencia
<b>Gamificación</b>	Metodología de Aprendizaje Basada en Metáforas Narrativas y Gamificación	(Guerrero, 2018)
	Patrones en gamificación y juegos serios, aplicados a la educación	(Loján, 2017)
	La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario	(Oliva, 2017)
	A Framework for Gamification in Software Engineering	(García et al., 2017)
	Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps. " O'Reilly Media, Inc."	(Zichermann & Cunningham, 2011)
<b>Interfaces tangibles de usuario</b>	A Specification Paradigm for the Design and Implementation of Tangible User Interfaces	(Shaer & Jacob, 2009)
	Tangible user interfaces to ease the learning process of visually impaired children	(Lozano et al., 2018)
	A tangible interface-based application for teaching tactual shape perception and spatial awareness sub-concepts to visually impaired children	(Jafri et al., 2015)
<b>Sistemas interactivos</b>	MICEE	(Serna et al., 2019)
	MPIu+a	(i Saltiveri, 2004)
	LEGADEE	(Marfisi-Schottman, 2012)
	DOODLE	(McMahon, 2009)
	MECONESIS	(Cano Mazuera, 2016)

Por lo que el problema principal detectado es que las metodologías existentes no contemplan estas tres técnicas (Interfaces tangibles, Gamificación, Diseño centrado en el usuario) en un solo proceso de desarrollo de software, así como que en el área educativa no se están aprovechando las ventajas tecnológicas que pueden representar las interfaces tangibles y técnicas de gamificación para personas ciegas la cual puede ser un gran complemento para mejorar el aprendizaje dentro de su entorno educativo y lograr una mejor adaptación al mundo que los rodea.

### **1.3 Justificación de la propuesta**

Se detectaron tres tipos de justificación de la propuesta; practica, social y técnica.

#### **1.3.1 Justificación practica**

Se eligió trabajar con dos casos de estudio, donde cada caso de estudio consideré dos variantes: Tema educativo y personas con ceguera.

En cuanto al caso de estudio 1, el tema educativo que se eligió es: “Figuras geométricas”. El motivo de la elección del tema educativo es debido a que entre los conocimientos fundamentales para el desempeño en su vida diaria de los niños con problemas visuales se encuentra el aprendizaje de la Geometría dado que se tiene conocimiento sobre la contribución de estos contenidos al desarrollo de las capacidades de organización y orientación espacial que genera en estos niños. En la mayoría de los casos, el aprendizaje de Geometría en el aula es apoyado por gráficos, diagramas, dibujos y fotografías, todas ellas, muy utilizadas como formas de comunicación de información visual para resolver un ejercicio o problema matemático. En el caso de experiencias con niños con problemas visuales, la enseñanza de la geometría se ha basado justamente en la elaboración de material que permita la exploración táctil y concreta de figuras y representaciones, lo cual ha permitido la aproximación a nociones geométricas de volumen, áreas y perímetros. Por esta razón se eligió este tema educativo el cual motiva a investigar y desarrollar

mecanismos para que aprendices con problemas visuales mejoren sus habilidades matemáticas en geometría.

En cuanto al caso de estudio dos, el tema educativo que se eligió es: “representación de fracciones”. El motivo de la elección del tema educativo corresponde a que uno de los conceptos que presenta dificultades para su comprensión en personas ciegas es el de número racional. “Los números racionales se crearon en el intento de resolver problemas que no podían ser resueltos utilizando números naturales”. Además la (OECD, 2014) reporta que hablando en términos mundiales y tomando referencia la media, México se ubica en el lugar 53 de los 65 países que participaron, mientras que en términos nacionales, reporta que Aguascalientes se ubica en primer lugar con respecto al resto de los estados participantes de México, más sin embargo solo el 26% supera un nivel 3, tomando 6 niveles como máximo de referencia, donde dicho nivel 3 indica que las personas logran reflejar un nivel básico de interpretación y razonamiento por lo tanto, se logra concluir que los estudiantes pertenecientes a la educación en México en un nivel medio superior presentan un déficit en el área de matemáticas, la cual contiene el tema de representación de fracciones.

### **1.3.2 Justificación social**

Hablando en términos sociales, en México se estima hay 2 millones 237 mil personas con deficiencia visual y más de 415 mil 800 con ceguera (Bourne, 2017). Tan solo en el estado de Aguascalientes aproximadamente el 23% de la población tiene dificultades visuales (FOAL, 2011).

Partiendo desde el hecho de que actualmente no existen las suficientes herramientas tecnológicas para trabajar con personas ciegas; ya que las escuelas en México no se encuentran adaptadas para que alumnos con alguna discapacidad logren absorber la información educativa de una forma cómoda y que se adapte a sus necesidades, la mayoría de las actividades que se imparten en el aula son enfocadas y adaptadas para personas promedio, por lo que las personas ciegas o con alguna discapacidad no pueden participar en estas actividades cotidianas;

simplemente se basan en la historia sobre la concientización del apoyo a personas con discapacidad, podemos darnos cuenta que no tiene mucho tiempo pues Cobas (2015) menciona que el primer esfuerzo nacional para la atención de personas con discapacidad se dio el 13 de enero de 1977 con la creación del sistema nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF).

Por lo tanto, con la propuesta de este trabajo se avanzaría socialmente en gran medida pues las personas ciegas podrán tener acceso a herramientas tecnológica que aproveche los medios principales que ellos tienen para aprender, los cuales son a través de la audición y el tacto.

### **1.3.3 Justificación técnica**

Actualmente no existe en la literatura una metodología de desarrollo de software que mezcle características de interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas ciegas. Por esta razón, en este trabajo se está promoviendo obtener una metodología que genere un software interactivo el cual utilice interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para aprovechar los principales medios de aprendizaje que tienen las personas ciegas el cual es el a través la audición y el tacto.

Algunas de las metodologías, técnicas, herramientas, principios, analizadas en la biografía poseen componentes interesantes los cuales podrían ser usados para adaptarse y/o usar en la nueva metodología que se pretende proponer. En la tabla 2 se muestran algunas de las características interesantes identificadas.

**Tabla 2.** Metodologías, técnicas, herramientas y principios posibles a implementar en la metodología METUIGA. Fuente: creación propia.

Característica en el modelo	Nombre	Tipo	Descripción de parte interesante	Fuente
<b>Gamificación</b>	A Framework for Gamification in Software Engineering	Herramienta	Contiene diferentes diagramas para elección de las mecánicas y dinámicas más adecuadas según el proyecto a elaborar.	(García et al., 2017)
	Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps. " O'Reilly Media, Inc."	Herramienta	Maneja el diseño de un proceso gamificado desde la concepción hasta la finalización de un proyecto.	(Zichermann & Cunningham, 2011)
<b>Interfaces tangibles de usuario</b>	Tangible user interfaces to ease the learning process of visually impaired children	Técnica	Ayuda a identificar información necesaria para la construcción de la interfaz tangible, así como consejos para la representación de las figuras táctiles para trabajar con personas ciegas	(Lozano et al., 2018)
	A Specification Paradigm for the Design and Implementation of Tangible User Interfaces	Herramienta	Presenta un diagrama para la clasificación de los diferentes objetos tangibles a utilizar en un proyecto, así como su utilidad y características que estos presentaran al ser utilizados.	(Shaer & Jacob, 2009)
<b>Sistemas interactivos</b>	MPlu+a	Metodología	Maneja un proceso de Ingeniería de software que permite la creación de sistemas interactivos	(i Saltiveri, 2004)
	MICEE	Metodología	Maneja un instrumento que permite analizar los requerimientos del sistema y casos de estudio relacionados con los de nuestra propuesta.	(Serna et al., 2019)

# 2 FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

## CAPITULO 2

### FORMULACION DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se plantea el tipo y método de investigación que se utilizó, el planteamiento de los objetivos de investigación, la formulación de las preguntas de la investigación realizada y el alcance del proyecto.

**El genio se hace con un 1% de talento  
y un 99% de trabajo,**

Albert Einstein

#### 2.1 Tipo y método de investigación

En la siguiente sección podrá encontrar detalles sobre el tipo y método que se utilizó para realizar la presente investigación.

##### 2.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación usada para el presente trabajo es llamada Proyectiva pues según Hurtado (2010) este tipo de investigación, consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo.

Se llegó a esta conclusión debido a que según el autor mencionado de acuerdo con el tipo o verbo del objetivo general que se tenga en el proyecto es como

se selecciona el nivel de profundidad de la investigación y con esta a su vez es como se selecciona el nivel de investigación (Ver Tabla 3.).

En este caso se tiene como objetivo general del trabajo “Diseñar una metodología para producir software basado en interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas ciegas”. Por lo que el objetivo a grandes rasgos es diseñar una propuesta de una metodología para construir software dirigido a personas ciegas. Por lo que, de acuerdo con (Hurtado, 2010) se considera que se tiene un nivel de investigación “Comprensivo”, pues el objetivo contiene el verbo “Proponer” el cual es sinónimo de “Diseñar” (Ver Figura 1 y Tabla 3).



**Figura 1.** Tipo de investigación. Fuente: Creación propia basada en (Hurtado, J., 2010) (Vanessa, V. & Francisco, Á., 2020)

**Tabla 3.** Tipos de investigación. Fuente: (Hurtado, 2010)

Nivel	Objetivo	Tipo de investigación
Perceptual	Explorar	Investigación exploratoria
	Describir	Investigación descriptiva
Aprehensivo	Analizar	Investigación analítica o crítica
	Comparar	Investigación comparativa
Comprensivo	Explicar	Investigación explicativa
	Predecir	Investigación predictiva
	Proponer	Investigación proyectiva
Integrativo	Modificar	Investigación interactiva
	Confirmar	Investigación confirmatoria
	Evaluar	Investigación evaluativa

En la ingeniería de software cada metodología de desarrollo de software aplica distintos modelos de proceso de desarrollo de software (conocido también como ciclo de vida del desarrollo de software) y este es definido con una secuencia de actividades que deben ser seguidas por un equipo de trabajadores las cuales son aplicadas para el desarrollo de un producto de software.

Para la creación de la metodología METUIGA se decidió tomar como base la metodología experimental a través de casos de estudio. Debido a que el método experimental genera discurso científico si construye destrezas y habilidades de pensamiento. (Parra & Gonzalez, 2003). El ambiente experimental comienza con la planificación del proceso a seguir para verificar la dependencia de las variables, la planeación describe paso a paso el diseño del experimento, este se hace con el fin de contrastar instrumentalmente las predicciones hechas y comprobar las hipótesis. (Gallego & Perez, 1992).

Se trata de demostrar (de una manera simple) que la manipulación de una variable independiente produce un cambio en la variable dependiente. El ejemplo más simple es la asignación de un valor de la variable dependiente a un grupo de sujetos (grupo experimental), y otro valor a otro grupo (grupo control). El valor asignado al grupo experimental es el valor o tratamiento que queremos investigar, es el tratamiento experimental, y el valor asignado al grupo control es el tratamiento normal. Así, la diferencia entre un tratamiento experimental y normal es el valor específico de la variable independiente asignado a cada grupo.

En este trabajo de investigación la variable dependiente es la metodología METUIGA y las variables independientes son los casos de estudio presentados. En los otros métodos que no son experimentales los sucesos son relacionados para ser estudiados, en un experimento son producidos y controlados.

Algunas ventajas de este procedimiento serían las siguientes:

- A. El experimentador puede hacer que el evento ocurra cuando lo desee, de manera que puede estar perfectamente preparado para observarlo con precisión.
- B. Puede repetir la observación bajo las mismas condiciones para verificarla, y puede describir su condición dando oportunidad a otros experimentadores de repetirla, realizando una comprobación independiente de sus resultados.

- C. Puede variar las condiciones sistemáticamente y notar las variaciones de sus resultados.

## **2.2 Objetivos de la investigación**

En esta sección podrás encontrar la definición de los objetivos general y específicos con los que se realizó la presente investigación.

### **2.2.1 Objetivo General**

Diseñar una metodología para la producción de software basado en interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para mejorar la enseñanza en personas ciegas.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

1. Analizar métodos de investigación y metodologías existentes en la literatura que se enfoquen en desarrollar software interactivo utilizando interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas ciegas.
2. Diseñar una metodología para producir software con características de diseño centrado en el usuario, interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas ciegas.
3. Validar la metodología propuesta por medio de pruebas experimentales a través de casos de estudio con el fin de detectar y encontrar aspectos de mejora en el proceso de la metodología.
4. Desarrollar sistemas computacionales siguiendo la metodología propuesta.
5. Evaluar la metodología propuesta a través del Modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software propuesto por (Méndez & Garrido, 2006) en dos equipos de desarrollo.

### 2.3 Preguntas de la investigación

1. ¿Qué elementos deberá tener una metodología para producir software con características de gamificación, interfaces tangibles de usuario, diseño centrado en el usuario, para personas ciegas?
2. ¿Qué elementos pueden ser útiles y se utilizaran de los métodos de investigación y metodologías existentes para diseñar una metodología que se enfoque en desarrollar software basados en interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas ciegas?
3. ¿Cuáles serán los aspectos de mejora encontrados por medio de la validación de la metodología por medio de pruebas experimentales?
4. ¿Cuáles son los elementos para la implementación de la metodología propuesta en el proceso de desarrollo?
5. ¿Qué percepciones tienen los equipos de desarrollo del uso de la metodología propuesta?

### 2.4 Alcance del proyecto

Esta investigación propone una metodología de IS que generará como resultado un software interactivo que incluya el uso de interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas ciegas enfocada en el diseño centrado en el usuario. Dicha metodología será probada con dos iteraciones, donde cada interacción se realizará con las siguientes actividades:

1. Se identificarán posibles mejoras en la metodología propuesta.
2. Se realizarán las mejoras identificadas en la metodología para generar una nueva versión de ella.
3. Se evaluará el proceso de la metodología con equipos de desarrollo externos a ella.

La metodología propuesta en esta investigación está limitada por el tiempo disponible para pruebas por lo cual se realizará una versión final la cual será el

resultado de las pruebas de las dos iteraciones mencionadas anteriormente por lo que queda abierta a posibles cambios a futuro.



# 3 MARCO TEÓRICO

## CAPITULO 3

### MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan las descripciones de los términos involucrados en la investigación, además se exponen los métodos de evaluación, investigación y los tipos de investigación existentes en la literatura.

**Piensa, actúa, Evalúa, adáptate.**

Albert Einstein

### 3.1 Discapacidad Visual(ciego)

La discapacidad visual es un campo que durante mucho tiempo ha puesto en controversia diferentes puntos de vista a lo largo de los años, ya que se logra percibir que dentro de este concepto se encuentran muchos más términos que engloban el nombre de discapacidad visual los cuales son baja visión y ceguera (Olano & Salmerón, 2016).

La discapacidad visual es una alteración física en el órgano visual, la cual tiene diferentes tipos de grados dependiendo de su gravedad o llegando a la pérdida total de la vista. Bajo este marco, la discapacidad visual está compuesta por distintas deficiencias visuales como la baja visión o la ceguera, las cuales medicamente están ordenadas en fases dependiendo de la complejidad del problema que presente cada persona en su órgano visual.

Dentro de esto se encuentran alternativas para poder solucionar dichas deficiencias, con el fin de poder percibir dicha información satisfactoriamente. La evaluación del funcionamiento ocular se realiza tradicionalmente en función de la agudeza y del campo visual. La agudeza visual se corresponde con la capacidad para discriminar dos puntos o dos líneas y se mide por el ángulo visual mínimo

(mínimo separable) desde el cual dos puntos o dos líneas pueden verse aún separados (Olano & Salmerón, 2016).

El campo visual hace referencia a los límites para captar información que tiene el ojo. Al igual que otras funciones como coordinación ocular, adaptación a la luz, percepción de colores etc. (Castejón & Navas, 2009). En dicha definición se comprende que la actividad del órgano visual se mide según la agudeza y el campo visual, los cuales aportan al ser humano la habilidad de captar información, al igual de poder distinguir entre distintos puntos.

Para lograr tener un criterio diagnóstico acerca de la falta de visión, se tiene que realizar un análisis en base a dichas funciones del órgano visual. La ceguera es el nivel con mayor gravedad dentro de las discapacidades visuales, en la cual la persona carece de una pérdida total de la visión.

### **3.1.1 Ceguera**

Al conocer los conceptos de discapacidad, deficiencia y discapacidad visual, es necesario resaltar la importancia que tiene el conocer el significado de ceguera, las causas fisiológicas que la abarcan, y los tipos que existen dentro de esta discapacidad.

El término ceguera es la falta o pérdida del sentido de la vista. La ceguera es una condición por lo general permanente. Esta condición no afecta el rendimiento intelectual de la persona (OCDE, 2007), ya que las personas que padecen dicha condición pueden desarrollarse satisfactoriamente tanto en áreas escolares como en laborales.

Si bien no afecta el rendimiento intelectual, esta afecta en otras áreas de las personas que la presentan, lo cual se tiene que lograr una integración de todas las partes, para lograr un buen desarrollo integral para la persona no vidente. Como se mencionaba inicialmente, la ceguera es la condición más difícil dentro de las discapacidades visuales, ya que las personas no logran utilizar su sentido de la vista y esto puede limitar las tareas de la vida cotidiana y su relación con la sociedad.

La sociedad etiqueta a esta población como personas no aptas para realizar ninguna actividad, lo cual es algo erróneo, ya que a temprana edad se tiene que intervenir con una adecuada estimulación en su proceso de aprendizaje, para lograr una independencia y autonomía en estos ciudadanos.

La rehabilitación de buena calidad permite a las personas con diversos grados de discapacidad visual disfrutar de la vida, alcanzar sus objetivos y participar de manera activa y productiva en la sociedad actual (OMS, 2014).

### **3.1.2 Causas de la Ceguera**

Según Olano & Salmerón (2016) la ceguera es la deficiencia más grave dentro del grupo de las discapacidades visuales que pueda presentar una persona, ya que es una pérdida total de la visión, esto de igual forma va a depender del deterioro que este ocasionado en el órgano visual .

La ceguera que se produce antes de los 15 años es atribuible por lo general a anomalías congénitas, cataratas o atrofas del nervio óptico. En los grupos de una cierta edad, la mayoría de las veces se debe a procesos que afectan a la retina en ocasiones ligados a la diabetes. En los ancianos son causas frecuentes de ella el glaucoma y las cataratas (Donaldson & Donaldson, 1989).

### **3.2 Discapacidad en México**

Según datos del (INEGI, 2016) en México existen 7.1 millones de habitantes con algún tipo de discapacidad de los cuales 46.5% son hombres y 53.5% son mujeres. El 41.3% por causa de una enfermedad, el 33.1 % a causa de una edad avanzada, 10.7% por causas de nacimiento y el 14.9% por otra causa. El porcentual de la población con discapacidad de 15 años y más, según nivel de escolaridad máximo alcanzado el 23.4% no tiene ningún tipo de instrucción educativa, 44.7% la primaria completa, 15.4% tiene la secundaria completa y solo el 16.5% alcanza la educación superior o un posgrado.

### **3.3 La discapacidad desde el mundo educativo**

A pesar de los avances en este tema en décadas recientes, a nivel mundial, los niños y jóvenes con discapacidad tienen nivel de escolaridad más bajo, y menos posibilidades de lograr niveles superiores de educación. En esto, México no es la excepción, ya que el reporte más reciente del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE, 2015) muestra que, entre las poblaciones vulnerables, las personas con alguna discapacidad poseen el promedio de escolaridad más bajo. De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda en México, el nivel promedio de escolaridad reportado para las personas con discapacidad visual mayores de quince años es de 3.7 años, promedio mucho menor que el de la población en general, estimado en 9.4 años (INEGI, 2010).

Es inobjetable que la educación básica para cualquier persona es importante por sí misma, pero, desde una perspectiva amplia, la falta de esta tiene un impacto significativo en la pobreza de las personas cuando son adultos, ya que disminuye sus posibilidades de lograr mejores empleos. Esto se acentúa aún más en el caso de las personas con alguna discapacidad.

La educación en nuestro país ha priorizado la educación en áreas concernientes al lenguaje (español) y a las matemáticas. En su reporte sobre la educación en ciencias a nivel de educación básica, (Flores-Camacho, 2012) encontró que, a lo largo de la historia de la educación básica en México, las ciencias han ocupado un papel secundario, y que las ciencias naturales son consideradas un asunto complementario, no esencial y no útil para la vida cotidiana, por lo que se les dedica menos tiempo y recursos.

Si esto ocurre en general, el caso de las personas con discapacidad visual es más preocupante, ya que la educación científica y tecnológica para ellos es casi inalcanzable. Algunos de los factores que influyen es que, tradicionalmente, la enseñanza de las ciencias experimentales se apoya en recursos visuales que son inaccesibles para el alumno ciego y poco ilustrativos para el débil visual.

### 3.3.1 Tecnología educativa

El desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación constituye uno de los factores clave para comprender y explicar las transformaciones económicas, sociales, políticas y culturales de las dos últimas décadas. El rol que desempeñan estas innovaciones tecnológicas en el alcance y la dirección de los cambios sociales y culturales continúa siendo, sin embargo, materia de controversia.

La problematización del rol de las nuevas tecnologías de la información en los procesos de cambio social y cultural cobra particular relevancia en el ámbito educativo. Ciertas concepciones sobre la reforma del sistema educativo atribuyen a la incorporación de las nuevas tecnologías de la información un efecto determinante en la mejora de la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han posibilitado el desarrollo acelerado del conocimiento en la sociedad actual. El incremento exponencial del conocimiento plantea problemas de índole técnica y política en relación con la selección de la información pertinente en cada caso, de su discriminación selectiva y de su asimilación. Además, las nuevas tecnologías informatizadas y el aumento exponencial del conocimiento han llevado a una nueva organización del trabajo donde se hace necesario:

- La imprescindible especialización de los saberes, dando lugar a la figura del especialista;
- La colaboración transdisciplinaria e interdisciplinaria;
- El fácil acceso a la información (archivos, base de datos, etc.);
- Considerar el conocimiento como un valorpreciado, cuantificable en términos de obtención, de costo, de utilidad, de productividad y de transacción en la vida económica, etcétera.

En el ámbito educativo, se puede considerar como medio de enseñanza precursor de las computadoras a la máquina de enseñar de Skinner (1940), creada

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

para su hija Deborah. Su diseño se fundamenta en los principios psicológicos establecidos a partir del análisis experimental del comportamiento en el marco del programa del refuerzo o condicionamiento operante. Pero más importante que la máquina en sí misma, es decir, en tanto artefacto, fue el desarrollo de la enseñanza programada impartida a través de ella.

En este enfoque, la enseñanza es caracterizada como un programa de refuerzos oportunamente administrados. Se presentan estímulos al alumno, de forma graduada con el objeto de modelar la conducta. Si las respuestas que da el alumno son correctas (la tarea del programador es dar y disponer los estímulos de manera que el alumno responda correctamente) recibe reforzamientos conforme al programa. En la actualidad existe software educativo (generalmente denominado tutorial) en el que prevalece aún esta teoría (Litwin et al., 1995).

La utilización de las computadoras como recurso didáctico para la enseñanza se generaliza con la denominación inicial de Enseñanza Asistida por Ordenador, o EAO (en inglés, Computer Assisted Instruction, o CAI). Las modalidades de utilización de las computadoras como recurso didáctico pueden clasificarse en las siguientes modalidades: tutorial, de ejercitación o práctica, demostración, simulación y juego (Litwin et al., 1995).

### **3.2.2 Las tendencias de la tecnología educativa**

La implementación, el desarrollo sistemático y el uso de aplicaciones basadas en las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la educación están claramente unidos a la innovación educativa. Indudablemente existe una estrecha relación TIC-innovación. Los procesos y los productos, así como el empleo de recursos asociados a la innovación educativa, corren paralelos a las nuevas tecnologías que la sociedad del conocimiento aporta a la educación, ya sea en educación informal o formal, y en cualquier etapa educativa desde Educación Infantil a Educación Superior.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

A continuación, se muestran algunas tecnologías predichas para desempeñar papeles importantes en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación creativa expuestos por Hammershaimb (2019) donde analiza las tendencias identificadas en la sección de desarrollo de tecnología de informes anteriores de Horizon Report.

- **Aprendizaje adaptativo:** El aprendizaje adaptativo apareció por primera vez en el Informe Horizon en 2015 como un desarrollo a largo plazo. Aunque el aprendizaje adaptativo ha logrado ganancias, el panel considera que los altos requisitos de inversión para permitirle escalar han hecho que el despegue sea lento. Tal vez todavía se recupere en el futuro, pero por el momento no está viendo la implementación generalizada una vez que se predijo.
- **Realidad Aumentada y Mixta:** El Informe Horizon 2016 especuló que la realidad aumentada y los mundos virtuales pasaron de dos a tres años desde la adopción generalizada. Aunque la realidad aumentada y virtual ha visto ganancias generalizadas, el panel todavía siente que esta tecnología en particular está sufriendo una leve crisis de identidad. La tecnología está disponible y lista para escalar, pero lo que a menudo falta es el “por qué” pedagógico detrás de la implementación.
- **Juegos y gamificación:** De 2012 a 2014, los juegos y la gamificación fueron competidores repetidos en el rango de implementación de dos a tres años. Sin embargo, en 2015 la gamificación dejó el informe y no ha estado en él desde entonces. El panel especula que la creación de juegos educativos es un esfuerzo demasiado costoso para escalar, por lo que lo más probable es que no vea una implementación generalizada.

### **3.2.3 Matemáticas en la educación**

“Resulta cada día más claro que las Matemáticas deben ser consideradas como la piedra angular de todo el pensamiento científico y, por tanto, de la complicada y compleja sociedad tecnológica que estamos intentando construir” (Stone, 1978).

La educación matemática es uno de los pilares de la formación que se busca entregar a los nuevos aprendices, esto responde al papel que juega como medio para enriquecer la comprensión de la realidad, facilitar la selección de estrategias para resolver problemas y contribuir al desarrollo del pensamiento crítico y autónomo para que los estudiantes sepan adaptarse y enfrentar situaciones cada vez más complejas en su vida cotidiana.

En las últimas décadas esta valoración ha ido acompañada de un énfasis por la matemática aplicada que permitan desarrollar el razonamiento matemático y con ello las capacidades para analizar y resolver situaciones problemáticas reales. De la misma manera, el aprendizaje matemático apunta al desarrollo de competencias ligadas al desarrollo personal, la conducta moral y social como son: la perseverancia, el trabajo colaborativo, la toma de decisiones, el sentido común, etc.; todas las cuales buscan habilitar a los estudiantes a utilizarlas en la vida diaria y en el desarrollo de otros saberes, aprehendiendo para ello del lenguaje y lógica de construcción del conocimiento matemático.

Como resultado de lo anterior, se espera que los estudiantes puedan desarrollar habilidades para interpretar y explicar la realidad estableciendo relaciones lógico-matemáticas y de causalidad, resolviendo para esto problemas donde dicha relación pueda ser aplicada (MINEDUC, 2012), aportando con ello también al desarrollo de una capacidad creatividad e indagadora.

#### **3.2.4 Importancia de la geometría como área matemática**

La geometría como área de conocimiento matemático presenta algunas características peculiares para su aprendizaje que influyen en la manera en que es tratada como objeto de enseñanza. Así, por ejemplo, posee una característica recursiva no lineal de sus conceptos y aplicaciones que impiden que su enseñanza sea lineal y jerárquica como otros ejes temáticos de la matemática, es decir, sus nociones deben ser reconsideradas desde diferentes puntos de vistas en distintas etapas de su tratamiento.

Su aporte al desarrollo de habilidades y aprendizajes es amplio debido a que permite la convergencia entre lo abstracto y lo concreto como parte de su propia naturaleza como conocimiento, esto implica que las demostraciones o materialización de sus nociones en la realidad no son un ejemplo para comprender el concepto, sino que es en sí mismo el objeto a comprender (ICMI, 2001).

Los aportes de la geometría al desarrollo de habilidades cognitivas se vinculan con:

- La ciencia del espacio o el estudio del mundo físico mediante modelos idealizados, basados en perspectivas euclidianas y No euclidianas;
- Un método de representación visual de conceptos y procesos que se vinculan tanto a otras ramas de las matemáticas como de otras ciencias;
- Un medio para materializar el pensamiento deductivo y el desarrollo de aplicaciones;
- La distinción entre una geometría estática y una geometría dinámica diferencia que se funda en la continuidad y cambio de los objetos en el espacio.

### **3.2.5 Enseñanza de la geometría y estudiantes con discapacidad visual**

Si bien, la Matemática, puede obtenerse a través de una expresión verbal, gráfica, simbólico formal, etc.; ésta subyace en la realidad física (Fernández del campo, 1986). En la mayoría de los casos, el aprendizaje de Geometría en el aula es apoyado por gráficos, diagramas, dibujos y fotografías, todas ellas, muy utilizadas como formas de comunicación de información visual para resolver un ejercicio o problema matemático.

Estos elementos gráficos deben cumplir la función de permitir que los aprendices hagan conexiones visuales que contribuyan a la comprensión de conceptos, ideas y relaciones ya sea en guías de trabajo, pruebas, libro de estudio, etc.

En algunas ocasiones, y dependiendo del contenido, estas ilustraciones pueden no ser suficientes para explicar un fenómeno, necesitando que el profesor, adicionalmente, utilice como apoyo un video descriptivo, una animación flash o material didáctico manipulable durante la clase para la comprensión de conceptos geométricos abstractos

En el caso de experiencias con estudiantes ciegos, la enseñanza de la geometría se ha basado justamente en la elaboración de material que permita la exploración táctil y concreta de figuras y representaciones, lo cual ha permitido la aproximación a nociones geométricas de volumen, áreas y perímetros (Rovira et al., 2010).

Algunos de estos estudios muestran que junto con dispositivo (material didáctico) adquiere relevancia el uso del lenguaje matemático y la gesticulación en torno a la actividad que realizan estudiante ciego y profesor (Fernandes & Healy, 2010). Estas maneras de enseñar geometría son coherentes con otras áreas de las matemáticas que también son enseñados a estudiantes ciegos con apoyo multimodal (Stevens et al., 1997).

### **3.2.6 Tecnologías Digitales y enseñanza de la geometría**

El uso de tecnologías digitales en la enseñanza de la geometría adquiere un valor esencial porque propicia la representación, construcción y reproducción de figuras geométricas lo cual favorece el desarrollo de procesos deductivos e inductivos de razonamiento interpretativo (Castelnuovo, 1985) (Laborde & Capponi, 1994).

Esto se relación directamente con el modelamiento matemático que como habilidad permite construir una versión simplificada y abstracta de sistemas más complejo, esto permite, a los estudiantes, aprender a utilizar diferentes representaciones de datos, seleccionar y aplicar métodos y herramientas para resolver problemas.

Un modelo básico, de ejemplo, es el planteamiento de una ecuación para expresar una situación problema de la vida cotidiana. Otra habilidad que se ve favorecida con el uso de tecnologías digitales en el aprendizaje de la geometría es la representación, la cual permite entender y operar de mejor forma conceptos y objetos ya construidos.

Se puede dar a través de metáforas, es decir, transportando experiencias y objetos a un ámbito concreto o familiar a uno abstracto y nuevo. Los estudiantes aprenden a utilizar representaciones pictóricas (diagrama, esquemas, gráficos), lenguaje simbólico y vocabulario para comunicar.

En cada una de las habilidades mencionadas resalta la necesidad de contar con situaciones, sean estas concretas o no, que vayan entregando experiencias para resolver diferentes tipos de problemas, oportunidades para usar diversas formas de comunicación de ideas, manejar variadas formas de representación de un mismo concepto.

Desde esta perspectiva, las herramientas tecnológicas digitales contribuyen al ambiente de aprendizaje, ya que permiten explorar y crear patrones, examinar relaciones en configuraciones geométricas y ecuaciones simples, ensayar respuestas, testear conjeturas, organizar y mostrar datos y abreviar la duración de cálculos laboriosos necesarios para resolver ciertos tipos de problemas. Esto se relaciona con una perspectiva situada y sociocultural de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Baker-Sennett et al., 1992) (Vygotsky, 1978), en los cuales las tecnologías digitales actúan como instrumentos culturales de mediación de las actividades humanas (Sutherland et al., 2004). En la actualidad diversas investigaciones muestran como los desarrollos tecnológicos aportan el mejoramiento de la educación matemática y en particular a la enseñanza y aprendizaje de la geometría (OldKnow et al., 2010) (Ruthven et al., 2008).

### 3.2.7 Educación inclusiva

El concepto de educación inclusiva se refiere a asegurar el derecho a la educación a todos los aprendices, sin importar sus características o dificultades individuales, de modo de construir una sociedad más justa (UNESCO, 2020). En este sentido el foco está puesto en los estudiantes que han sido tradicionalmente excluidos de las oportunidades educativas: mujeres, aprendices con necesidades especiales y/o discapacidad, y niños de minorías étnicas y lingüísticas (Wagner, 2020).

Este nuevo concepto cambia el foco de las políticas educativas tradicionales que desarrollaban sistemas y colegios separados para niños con necesidades especiales, e impulsa políticas orientadas a establecimientos educacionales capacitados para educar a todos los niños de su comunidad, independientemente de sus condiciones físicas, intelectuales, sociales, emocionales, lingüísticas o de otro tipo. Surge así la noción de colegios inclusivos que debieran ser capaces de reconocer y responder a las diversas necesidades de los estudiantes, acomodando diferentes estilos y ritmos de aprendizaje y asegurando una educación de calidad para todos (UNESCO, 2020).

El enfoque de la educación inclusiva se basa también en un cambio en la forma de concebir la discapacidad. El modelo tradicional la define como una tragedia personal, situando la responsabilidad en el individuo y su capacidad de adaptarse e integrarse a un mundo construido para personas sin discapacidad.

El nuevo modelo social de discapacidad desplaza la atención desde la tragedia personal hacia la comprensión de las formas en que la sociedad las excluye (por ejemplo, dificultando el uso de los sistemas de transporte público o disminuyendo su participación en el mercado laboral).

Tomando este enfoque de la discapacidad la educación inclusiva busca eliminar las barreras al aprendizaje que existen en el sistema educativo, promoviendo el diseño de un currículo adecuado, la capacitación de profesores, la adaptación de edificios y otros. Este enfoque se aplica a otros grupos excluidos y

para los cuales el sistema educativo en algunos países no está diseñado, tales como niños de grupos étnicos o mujeres (UNESCO, 2020).

### **3.2.8 El aporte de las TIC a la educación inclusiva en estudiantes con necesidades especiales**

Las nuevas tecnologías son consideradas como un medio excepcional de acceder a personas con limitaciones físicas y psicológicas. Hay diversos esfuerzos que utilizan las TIC para ayudar a personas con problemas visuales, auditivos, de aprendizaje y otras limitaciones a integrarse y permanecer en el sistema educativo. Como en el caso de género, aquí las nuevas tecnologías abren un problema nuevo y al mismo tiempo una oportunidad para las personas con necesidades especiales.

El problema está vinculado a la posibilidad de que queden excluidas de la cultura digital; es decir, que impedimentos visuales o auditivos, limitaciones de aprendizaje o de otro tipo no les permitan interactuar con un aparato tecnológico. Por otra parte, se presenta una oportunidad que tiene relación con la potencialidad de las nuevas tecnologías para adaptarse y constituirse en tecnologías de apoyo que respondan a las necesidades especiales de los aprendices (por ejemplo, tecnologías de reconocimiento de voz para los no videntes). Para algunos estudiantes el acceso a las tecnologías es tal vez la única forma de participar en la sociedad y realizar su potencial (Becta, 2003).

Las tecnologías de apoyo al aprendizaje tienen larga data en países miembros de la OCDE, aunque menos en países en desarrollo (Wagner, 2020). De acuerdo con la literatura, las TIC no sólo amplían el repertorio de los profesores, sino que permiten un cambio desde una pedagogía centrada en el maestro a una centrada en el estudiante. Lo anterior hace posible mejorar los resultados de los alumnos desventajados al atender las necesidades individuales y proveer de una variedad de estrategias curriculares y de evaluación para promover distintas capacidades.

Diversas prácticas documentadas indican que las TIC apoyan a los profesores para atender diferentes dificultades y estilos de aprendizaje al proveer de programas que favorecen la autorregulación, la adaptación al ritmo e intensidad de cada individuo, y también el desarrollo de habilidades de comunicación. (Becta, 2003). Se realizó una revisión de lo que dice la investigación sobre los beneficios educativos de las TIC para personas con necesidades especiales y encontró lo siguiente:

- Los computadores pueden mejorar el acceso independiente de los estudiantes a la educación (Moore & Taylor, 2000).
- Los estudiantes con necesidades especiales son capaces de lograr tareas trabajando a su propio ritmo (ACE Centre Advisory Trust, 1999).
- Los estudiantes con diversas y profundas dificultades de aprendizaje pueden comunicarse más fácilmente (Detheridge, 1997).
- Por medio del uso de apoyo a la comunicación con voz los estudiantes ganan confianza y credibilidad en el colegio y en sus comunidades (Worth, 2001).
- Al aumentar su confianza en el uso de TIC los estudiantes se ven motivados a utilizar Internet en el hogar, así como para sus intereses y pasatiempos (Waddel, 2000).

Por otra parte, existe evidencia que cuando se les da acceso razonable a computadores en el colegio, los estudiantes con discapacidad experimentan un sentimiento de mayor control y autonomía en su aprendizaje. Esto es particularmente claro cuando estudiantes, que de otro modo serían marginados, son considerados expertos en el uso de TIC, como es el caso de estudiantes con discapacidad física (Blackmore et al, 2003).

### **3.4 Procesos para la producción de software educativo**

Entre los procesos importantes para la producción de software se encuentra la Ingeniería de software, la cual podemos definir como la disciplina o área de la informática, que hace uso razonable de los principios de ingeniería con el objetivo

de obtener soluciones informáticas económicamente factible y que se adapte a las necesidades de las empresas reales, tomando en cuenta los procesos de producción y mantenimiento de software que son desarrollados y modificados en el tiempo y con los costos estimados.

Esta ingeniería trata con áreas muy diversas de la informática y de las Ciencias de la Computación, tales como construcción de compiladores, Sistemas Operativos, o desarrollos Intranet/Internet, abordando todas las fases del ciclo de vida del desarrollo de cualquier tipo de Sistema de Información y aplicables a infinidad de áreas (negocios, investigación científica, medicina, producción, logística, banca, etc.). Algunas definiciones, dadas a través del tiempo son:

- “Ingeniería de Software es el estudio de los principios y metodologías para el desarrollo y mantenimiento de sistemas de software” (Zelkovitz, 1978).
- “Ingeniería de software es la aplicación práctica del conocimiento científico al diseño y construcción de programas de computadora y a la documentación asociada requerida para desarrollar, operar y mantenerlos. Se conoce también como Desarrollo de Software o Producción de Software” (Bohem, 1976).
- “Ingeniería de Software trata del establecimiento de los principios y métodos de la ingeniería a fin de obtener software de modo rentable, que sea fiable y trabaje en máquinas reales” (Bauer, 1972).
- “Es la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del software; es decir, la aplicación de la ingeniería al software” (IEEE, 1993).

En conclusión, podemos decir que los cuatro autores anteriores, de manera diferente describen en si el principal objetivo de la ingeniería de software, la cual es el establecimiento y puesta en práctica de los principios y metodologías que nos lleven a un desarrollo eficiente de software en todas las etapas desde sus inicios hasta su implementación y mantenimiento.

### **3.4.1 Que es una metodología y para que se utiliza**

La metodología hace referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar un objetivo que requiera habilidades y conocimientos específicos. La metodología es una de las etapas específicas de un trabajo o proyecto que parte de una posición teórica y conlleva a una selección de técnicas concretas o métodos acerca del procedimiento para el cumplimiento de los objetivos.

Es el conjunto de métodos que se utilizan en una determinada actividad con el fin de formalizarla y optimizarla. Determina los pasos a seguir y cómo realizarlos para finalizar una tarea.

### **3.5 Interfaces tangibles del usuario**

Una interfaz de usuario tangible (TUI) se puede definir como aquella en la que se proporciona al usuario una representación física de la información digital, lo que permite al usuario captar literalmente los datos con sus manos. Esto es posible gracias al hecho de que los datos coinciden con las representaciones físicas. Una TUI debe proporcionar retroalimentación al usuario, ya sea a través del toque en sí, a través de los objetos digitalizados a los que nos referimos, o de forma auditiva o visual cuando la interacción con ese objeto ha finalizado (Shaer & Hornecker, 2010).

Con una TUI podemos trascender la interacción común humano-computadora, que generalmente se realiza con una pantalla e imágenes en dos dimensiones. Esta interacción puede pasar al plano tridimensional, haciendo que el usuario interactúe con algo más cercano a la realidad.

El interés por las interfaces tangibles ha estado creciendo desde principios de los noventa. Uno de los pioneros en el mundo de las interfaces tangibles es Hiroshi Ishii, jefe del Tangible Media Group en el MIT, que comenzó a investigar con este tipo de interacción persona a persona a mediados de los noventa. La nueva idea de Tangible Bits surgió con el objetivo de unir el mundo físico con el digital. Las primeras interfaces tangibles se crearon donde se utilizaron objetos, superficies y espacios para materializar datos digitales (Ishii & Ullmer, 1997).

### **3.5.1 Características de una interfaz tangible**

Una interfaz tangible proporciona forma física a la información digital, facilitando la manipulación de objetos. Los diseñadores de interfaces tangibles buscan un acercamiento entre lo físico y lo virtual. Se quiere lograr unas interfaces tangibles que sean accesibles a través de: plataformas físicas aumentadas (paredes, escritorios, ventanas), objetos manipulables (bloques de construcción, modelos, instrumentos) y medio ambiente (luz, sonido, corriente de viento y agua) (Xu et al., 2007).

### **3.5.2 Interfaces tangibles en la educación**

Desde la aparición de las Interfaces de usuario tangibles (TUI), se han creado numerosas aplicaciones con diferentes funcionalidades, pero casi ninguna se ha aplicado en entornos educativos. Varias razones por las cuales TUI puede mejorar el marco de aprendizaje según (Marshall, 2007) son las siguientes:

- Uso de materiales físicos. Teniendo en cuenta que la percepción y el conocimiento están unidos, la manipulación de objetos físicos hará que sea mucho más fácil asimilar su naturaleza. Por ejemplo, los objetos tridimensionales se pueden entender más fácilmente si se presentan físicamente que en forma digital.
- Posibilidad de involucrar al usuario. Interactuar con TUI es mucho más natural que cualquier otro método de interacción, por lo tanto, puede ser más atractivo y accesible para los niños con discapacidades.
- Muy útil para el aprendizaje colaborativo. Las aplicaciones con una interfaz tangible pueden diseñarse para ser colaborativas, permitiendo que varios usuarios interactúen con el mismo objeto a la vez, en contraste con las aplicaciones de software convencionales en las que un solo usuario interactúa con una sola pantalla.
- Tiene un mayor potencial como método de aprendizaje cuando se trata con ciertos temas. Como por ejemplo cuando se estudia la estructura de las

moléculas en química o en biología. Se ha demostrado que confiar en figuras 3D es más útil que confiar en dibujos o ilustraciones.

Por todas estas razones, las TUI son una técnica prometedora cuando se trata de educar a cualquier niño, pero para los niños ciegos en particular, contribuyen con aún más beneficios. Solo el hecho de mejorar su capacidad táctil ya es un paso gigante, ya que, como se mencionó, esto es esencial para su mayor desarrollo. Además, a través de una aplicación basada en TUI, podrán conocer el aspecto y la forma de los objetos muy grandes al reconocerlos de forma táctil, ya que podemos poner estos objetos a escala para manipularlos.

### **3.6 Gamificación**

Para (Zichermann & Cunningham, 2011) el concepto de Gamificación es definido como “un proceso relacionado con el pensamiento del jugador y las técnicas de juego para atraer a los usuarios y resolver problemas”. De la misma forma, (Kapp, 2012) señala que gamificar es “la utilización de mecanismos, la estética y el uso del pensamiento, para atraer a las personas, incitar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas”.

La gamificación se basa en el uso de elementos del diseño de videojuegos en contextos que no son de juego para hacer que un producto, servicio o aplicación sea más divertido, atractivo y motivador (Deterding, 2012). Así pues, (Burke, 2012) plantea la gamificación como el uso de diseños y técnicas propias de los juegos en contextos no lúdicos con el fin de desarrollar habilidades y comportamientos de desarrollo. En este contexto, nuestro planteamiento de gamificación hace referencia a la aplicación de mecánicas de juego a ámbitos que no son propiamente de juego, con el fin de estimular y motivar tanto la competencia como la cooperación entre jugadores (Kapp, 2012).

De forma mayoritaria, los autores coinciden en señalar la gamificación como un factor fundamental para aumentar la motivación de los usuarios. Motivar es

despertar la pasión y el entusiasmo de las personas para contribuir con sus capacidades y talentos a la misión colectiva (Deterding, 2012). Así pues, si se quieren utilizar técnicas de gamificación, se necesita conocer las claves de la motivación para diseñar juegos que enganchen a los distintos tipos de jugadores como veremos más adelante (Valderrama, 2015). De este modo, las técnicas de gamificación están irrumpiendo con fuerza en las organizaciones con el fin de potenciar la motivación y compromiso de empleados y clientes. Los ámbitos de uso van desde la innovación, el marketing, la gestión del talento y el aprendizaje, hasta el desarrollo de hábitos saludables y responsables (Valderrama, 2015).

En este contexto, los fundamentos de la gamificación según (Werbach Kevin & Hunter Dan, 2012), son las dinámicas, las mecánicas y los componentes. Las dinámicas son el concepto, la estructura implícita del juego. Las mecánicas son los procesos que provocan el desarrollo del juego y los componentes son las implementaciones específicas de las dinámicas y mecánicas: avatares, insignias, puntos colecciones, rankings, niveles, equipos, entre otros. La interacción de estos tres elementos es lo que genera la actividad gamificada como se presenta en la figura 2.

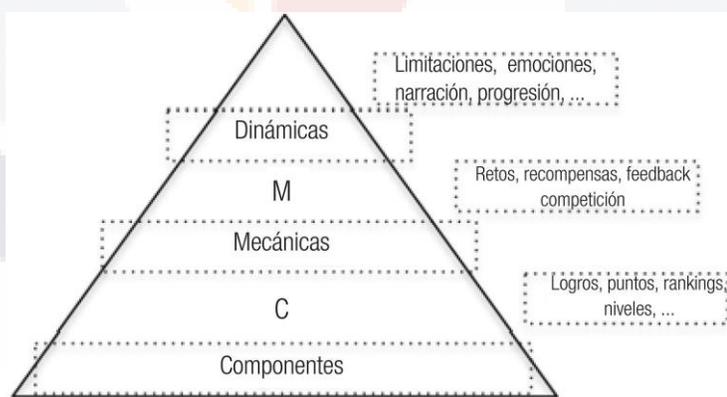


Figura 2. Pirámide de los elementos de gamificación. Fuente: (Werbach Kevin & Hunter Dan, 2012).

### 3.6.1 Principios de Gamificación

(Kapp, 2012) menciona que la gamificación permite que el estudiante experimente las consecuencias de sus propias decisiones al igual que en la estructura de juego. Para (Wright, 2011) los docentes que emplean esta

metodología diseñan experiencias de aprendizaje que permiten a los alumnos la oportunidad de decidir las estrategias más idóneas para responder las evaluaciones, permitiéndoles evaluar su propio trabajo y el de sus compañeros formulando preguntas críticas y constructivas. En esta línea, (Banfield & Wilkerson, 2014) afirman que uno de los mayores problemas de los docentes es cambiar sus percepciones hacia el cambio de paradigma relacionado con el proceso de aprendizaje. Expresan que para que la motivación sea significativa es vital una percepción adecuada; por tanto, cualquier estímulo externo debe fomentar el aumento del deseo interno por aprender.

### **3.6.2 La gamificación en la educación**

En el contexto educativo, la gamificación está siendo utilizada tanto como una herramienta de aprendizaje en diferentes áreas y asignaturas, como para el desarrollo de actitudes y comportamientos colaborativos y el estudio autónomo (Caponetto et al., 2014). De hecho, no debe verse tanto como un proceso institucional sino directamente relacionado con un proyecto didáctico contextualizado, con significatividad y transformador del proceso de enseñanza-aprendizaje (Carolei et al., 2016).

De este modo, la gamificación puede favorecer todos estos deseos de los alumnos mediante las distintas mecánicas y dinámicas del juego, pero como señalan (L. Castejón & Jaramillo, 2012), es muy importante que haya una relación controlada entre los retos que se muestran a los alumnos y la capacidad de estos para llevarlos a cabo, pues si un reto es demasiado fácil, provocará aburrimiento en el alumno, mientras que un reto inalcanzable supondrá la frustración, concluyendo ambas opciones en una pérdida de motivación por el aprendizaje, siendo las recompensas un aspecto muy importante de la gamificación.

### **3.7 Análisis de metodologías de desarrollo**

Para la propuesta del método de desarrollo se investigaron diferentes metodologías orientadas al diseño de sistemas interactivos con el objetivo de

conocer su funcionamiento y tomar una como base, e incorporar técnicas de otras metodologías en caso de ser necesario para nuestro método.

### 3.7.1 Metodología MPLu+a

La metodología MPLu+a propuesta por (i Saltiveri, 2004), está orientada hacia el diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario. El modelo propuesto tiene las siguientes fases (Figura 3): análisis de requisitos, diseño, implementación, lanzamiento, prototipado y evaluación.

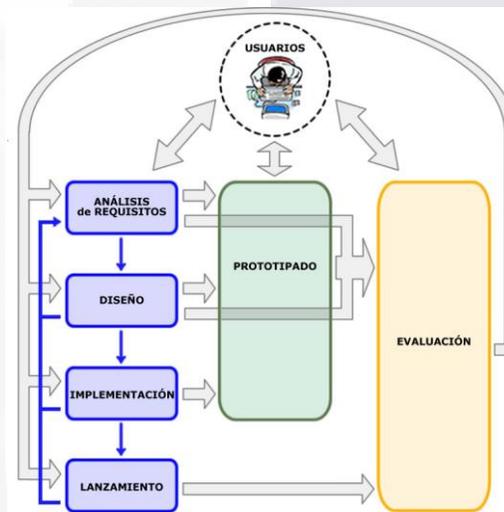


Figura 3. Metodología MPLu+a. Fuente: (i Saltiveri, 2004)

Uno de los aspectos importantes de la propuesta es integrar la ingeniería de software con los principios de ingeniería de usabilidad y accesibilidad, proporcionando una metodología capaz de guiar a los equipos de desarrollo durante el proceso de implementación de un determinado sistema interactivo. La metodología tiene una codificación de colores orientados a la ingeniería de software identificado con el color azul, el prototipado engloba técnicas que permitirán la posterior fase de evaluación y se encuentra identificado con el color verde y la evaluación con color amarillo, quién engloba e incluye métodos de evaluación.

Esta metodología da mucha importancia al usuario final, por lo que sigue la filosofía de diseño centrado en el usuario, donde involucra la participación de diferentes disciplinas durante el proceso de desarrollo de sistemas interactivos y la

participación de cada disciplina en el proceso de desarrollo software. A continuación, se da una breve descripción de las fases:

- **Análisis de requisitos:** la comunicación con los usuarios es un aspecto prioritario para las empresas que desarrollan sistemas de software, además las necesidades y las experiencias de los usuarios pueden cambiar. En esta fase toma en cuenta los siguientes factores: análisis etnográfico, Implicados (Stakeholders), clasificación de los usuarios, objetivos, plataforma y reflexión acerca de la información recolectada.
- **Diseño:** se cubren diferentes dos funcionalidades, el diseño de la actividad y diseño de la información como principales actividades que conforman el proceso global de diseño de la interacción.
- **Implementación:** hace relación actividades de la implementación. También conocida como la fase de codificación, ya que es donde se debe escribir el código software necesario que hará posible que el sistema finalmente implementado cumpla con las especificaciones establecidas en la fase de análisis de requisitos y responda al diseño del sistema. También involucra la accesibilidad, ya que es un factor importante en la codificación y validación de sitios web aplicando los estándares de la W3C.
- **Lanzamiento:** En esta fase deberá comprobarse que se ha conseguido la aceptabilidad del sistema, mediante una correcta combinación de aceptabilidad social y práctica. En esta fase es importante tener una retroalimentación del usuario a través de pruebas.
- **Prototipado:** Esta fase se involucra desde la fase inicial de metodología, ya que desde que se empieza el desarrollo de un sistema se necesita probar partes el mismo con multitud de objetivos para: Verificar funcionalidades, averiguar aspectos relacionados con la interfaz del sistema, validar la navegación, probar nuevas posibilidades de técnicas, entre otros.
- **Evaluación:** Esta fase se involucra desde la fase inicial, ya que consiste en probar algo. Tanto para saber si funciona correctamente o no, si cumple con las expectativas o no, o simplemente para conocer cómo funciona una

determinada herramienta. La evaluación es un punto clave para la obtención de sistemas interactivos usables y accesibles. En esta fase se aplican técnicas necesarias para recibir la retroalimentación por parte de los usuarios. También hace relación a las métricas de usabilidad y métodos de evaluación.

### 3.7.2 Metodología MICEE

En 2019 se propuso una metodología por (Serna et al., 2019) llamada MICEE (Metodología para software colaborativo educativo para la inclusión de personas con discapacidad considerando la UX). Algunos de los aspectos importantes que se consideraron al momento de diseñar la metodología fueron:

1. Una iteración o vuelta contiene las fases: Conocer, Formar, Prototipar y Medir (Figura 4); donde las actividades de las fases están basadas a grandes rasgos en el proceso de desarrollo de software clásico y el primero en originarse en la ingeniería de software en cuál es el llamado “Cascada”.



**Figura 4.** Metodología para desarrollar software colaborativo educativo para inclusión de personas con discapacidades considerando la UX (MICEE). Fuente: (Serna et al., 2019).

2. La característica “Explorar” de la metodología MICEE se agregó para quitar la rigidez que conlleva el proceso cascada, dando la posibilidad de poder regresar a otras fases, por lo que el proceso de MICEE está basado en un proceso de IS evolutivo.
3. Cada fase de la metodología MICEE tiene un objetivo o porque del cual se propone cada una de ellas:

**Tabla 4.** Justificación de los elementos de la metodología MICEE. Fuente: (Serna et al., 2019).

Fase(F)/Característica(C) MICEE	Actividades Generales	¿Porqué de la Fase/Característica?
Conocer (F)	Se especifican necesidades del sistema por parte de los usuarios para esto se identifica el contexto físico, ambiental, preferencial, emocional y cognitivo de cada tipo de usuario.	Conocer para quien se construirá el sistema y cuales son sus necesidades.
Formar(F)	Se busca comprender los requisitos del sistema para identificar los que se implementaran en el sistema para esto se genera un prototipo que contendrá las características de contenido educativo, colaboración y UX.	Se identifica el modelado del sistema, es decir de que contendrá y como se satisficeran los requisitos.
Construir(F)	Se desarrolla el sistema con las características de contenido educativo, colaboración y UX.	Se desarrolla el sistema de software en una aplicación móvil.
Medir(F)	Se verifica y valida el sistema. Se busca descubrir defectos.	Identificar posibles defectos en el sistema para corregirlos.
Explorar(C)	Poder ubicarse en cualquier parte de la metodología en cualquier momento.	No esperar a pasar por ciertos puntos de la metodología cuando se encuentre que falta algo para seguir el proceso.

### 3.7.3 Metodología LEGADEE

En el 2012 se propuso una metodología por (Marfisi-Schottman, 2012) llamada LEGADEE (en inglés, LEarning GAME DEsign Environment), es una herramienta útil para ayudar al diseño de juegos educativos (en inglés Learning Game). El objetivo de la metodología es facilitar la colaboración entre los diferentes actores quienes deben intervenir durante el diseño de un juego (Figura 5).

La metodología está compuesta de varios bloques, como: Método corresponde a la secuencia de las fases que representan el proceso general de la creación del juego. El medio, todos los elementos externos al proyecto quienes intervienen en la creación del juego, como expertos del dominio, los diseñadores y los usuarios finales. a Mano de obra, corresponde a los diferentes actores participantes en el proyecto, aquí se describe y se seleccionan los diferentes roles a participar (expertos pedagógicos, psicólogos, desarrolladores, diseñadores, entre otros). Equipos hace referencia a las herramientas informáticas que servirán de apoyo a los diferentes actores para la creación del juego. Materiales se relaciona con los documentos, base de datos y todo artefacto utilizado directa o indirectamente como material para crear el juego.

La metodología incluye 7 fases: necesidades del cliente, especificación de los objetivos pedagógicos, concepción, control de calidad, realización, evaluación con el cliente y utilización/ mantenimiento.

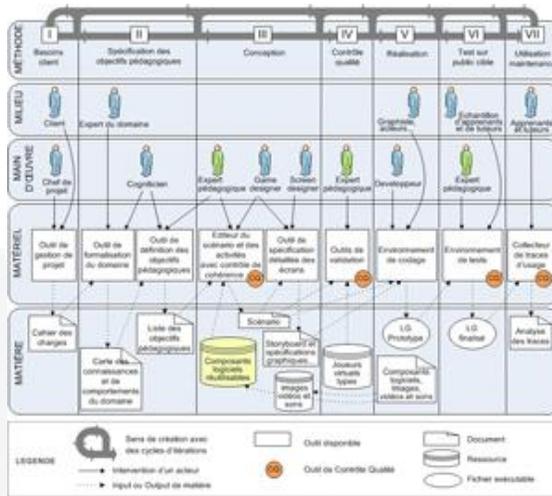


Figura 5. Metodología LEGADEE. Fuente: (Marfisi-Schottman, 2012)

En la Figura 6 se observa las diferentes etapas que componen el proceso para la fase de concepción de la metodología. (Marfisi-Schottman, 2012) propone un proceso en la fase de concepción, el cual se compone de 7 fases: especificación de objetivos pedagógicos, selección del modelo de escenario, descripción general del juego educativo, investigar componentes lógicos, descripción detallada del juego educativo, entrada de control pedagógico, especificación detallada de las interfaces.

La metodología que se propone es con el objetivo de facilitar la colaboración entre diferentes roles, como: experto en educación, diseñador del juego y diseñador gráfico.

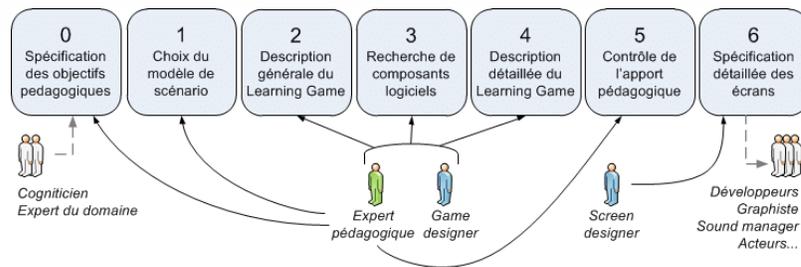


Figura 6. Metodología LEGADEE. Fuente: (Marfisi-Schottman, 2012).

La metodología también incluye dos modelos de base, son: modelo de objetivos pedagógicos y modelo de escenario. El modelo de objetivos pedagógicos incluye un conjunto de competencias, las cuales se componen de comportamientos y conocimientos.

El modelo del escenario toma en cuenta dos escenarios, pedagógico y lúdico, por lo que en el modelo se consideran elementos pedagógicos, como actividades y acciones y elementos lúdicos, como: misión del juego, pantallas de la interfaz de usuario y secuencia del juego.

Para validar la calidad de los juegos proponen un conjunto de 6 facetas basadas en los trabajos realizados por (Marne et al., 2012). Estas facetas representan características de un juego. Éstas son: Objetivos de aprendizaje, Interacciones, problemas y progresión, Décorum, condiciones de utilización y costo provisional.

#### **3.7.4 Metodología DOODLE**

DOODLE (en inglés Document-Oriented Design and Development of Experimental Learning), es una metodología de creación de juegos serios centrada en documentos propuesta por (McMahon, 2009). Este modelo fue influenciado por las fases de Análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación del modelo ADDIE. Las 4 etapas que involucra para la creación de juegos serios son: Análisis, propuesta de diseño, documentación de diseño y documentación de producción. A su vez, cada etapa esta soportada con la salida de tres documentos.

- Análisis: los diseñadores deben describir los objetivos del juego, la metodología de aprendizaje, también considerar el perfil de los estudiantes y el contexto de formación.
- Propuesta de Diseño: los diseñadores deben seleccionar los conceptos pedagógicos, el tipo de juego que ellos desean utilizar y los retos del juego.
- Documentación de diseño: Se deben describir el escenario del juego de manera detallada como las interfaces y las interacciones.

- Documentación de producción: Se debe describir la historia del juego, dar las especificaciones globales y describir los mecanismos del juego y variables a considerar en el juego.

Para validar el modelo, los autores propusieron a los estudiantes nuevos de usar para la concepción de un juego serio. Después las observaciones obtenidas, han notado que el vocabulario que provee es preciso para poder comunicarse entre los diferentes roles. Además, DOODLE ha obtenido un efecto positivo sobre la optimización del tiempo de producción, la calidad educativa y lúdica del juego.

### **3.7.5 Metodología Meconesis**

La metodología MECONESIS (MEtodología para la CONcepción de juEgos Serios para niñoS con discapacidad auditiva) propuesta por (Cano Mazuera, 2016) se compone de 4 fases (ver Figura 7): Análisis, Preproducción, Producción y Postproducción.

Esta metodología está basada en el proceso unificado de desarrollo de software (Kids, M), donde involucra notaciones CTT (Concurrent Task Trees) para modelar las interacciones, UML para modelar el diagrama de clases, metadatos como IMS-ID para describir escenarios y BPMN para describir procesos. La metodología que se propone en la Figura 5, está basada en 7 modelos: modelo de análisis, modelo de usuario, modelo de adaptación, modelo de objetivos pedagógicos, modelo de tareas, modelo de escenarios y modelo de validación.

A partir de un modelo de análisis orientado a evaluar la experiencia de usuario se identifican diferentes problemas y aspectos de diseño, usuario y juego, que no se han involucrado en las metodologías analizadas anteriormente.

El modelo de análisis involucra algunos factores, como: estudios observacionales, estrategias pedagógicas, lúdicas, escenarios pedagógicos lúdicos, validación y comunicación. Al analizar la experiencia del usuario se identifican aspectos del usuario a considerar dentro del modelo de usuario, los cuales sirven de apoyo para ajustar el juego a las necesidades encontradas. El

modelo de adaptación toma en cuenta características del usuario para adaptar ciertos elementos del juego de acuerdo con sus procesos cognitivos.

También, se considera un modelo de objetivos pedagógicos/lúdicos, donde los docentes deben determinar las competencias a alcanzar con el usuario final. Este modelo se tomará en cuenta tanto en la fase inicial como final de la metodología, con el fin de validar los alcances esperados. El modelo de tareas se relaciona con las tareas que se desean involucrar en el juego, es decir tareas con el sistema, interacción y usuario.

En el modelo de escenarios, se tiene en cuenta dos escenarios, pedagógico y lúdico. Por último, el modelo de validación sirve para evaluar diferentes aspectos de la producción del juego y es el cumplimiento de los objetivos pedagógicos definidos en la fase inicial.

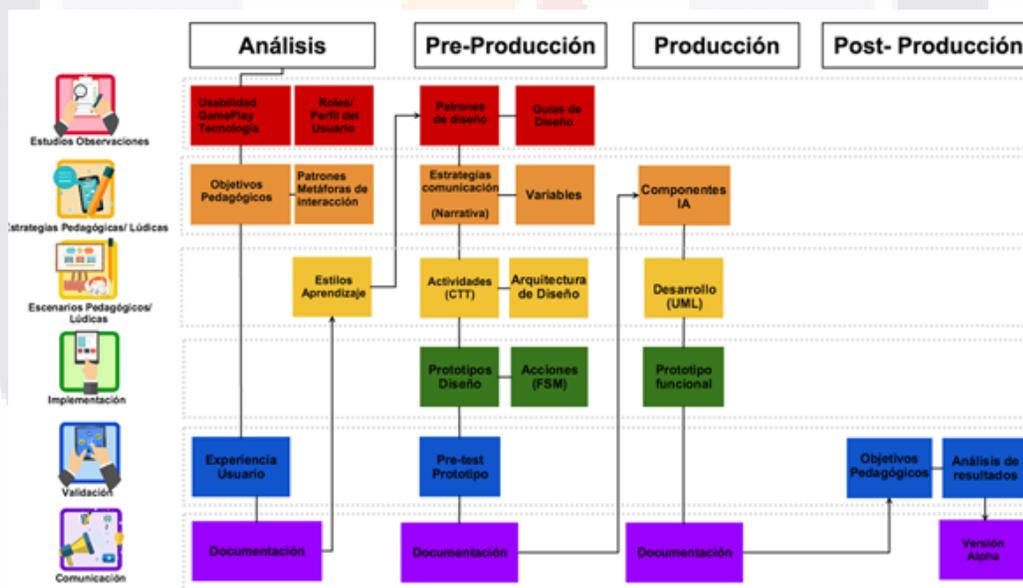


Figura 7. Metodología MECONESIS. Fuente: (Cano Mazuera, 2016).

### 3.7.6 Limitaciones de las metodologías revisadas

Una metodología es importante para el diseño de sistemas interactivos para niños con problemas visuales, ya que involucra la participación de diferentes

expertos, como: alumnos, docentes, programadores, entre otros, con el propósito de definir objetivos aplicados al contexto de uso. Esta debe tomar en cuenta dos objetivos complementarios, un objetivo táctil con la finalidad de ofrecer herramientas que puedan ser manipulables para el niño y otorgar retroalimentación conforme va progresando, así como escenarios de progresión y un objetivo lúdico, con el interés de ofrecer un entorno favorable de aprendizaje, donde se tenga en cuenta diferentes aspectos, como: retos, puntuación, recompensas, reglas, entre otros.

La mayoría de las metodologías analizadas (MPlu+a, LEGADEE, DODDLE) muestran que han sido aplicadas en diferentes contextos de uso educativo con usuarios promedios. Lo que indica, que no han involucrado en la fase inicial aspectos del usuario para niños con discapacidades, como: competencias cognitivas, académicas, edad, género, estilos de aprendizaje, entre otros. Estos aspectos podrían variar, es decir para niños ciegos los aspectos pueden diferir comparado con un niño oyente. Esto conlleva, a la importancia de un análisis detallado que permita identificar limitaciones, comportamientos, preferencias, entre otros, de tal manera que sirva de apoyo para detectar las necesidades específicas para cada niño.

Por otro lado, se analizó que estuvieran enfocadas en el diseño centrado en el usuario en donde solo tres cubrieron este aspecto (Mpiu+a, MICEE, MECONESIS). Además, las metodologías existentes no contemplan la producción de sistemas interactivos que utilicen interfaces tangibles y herramientas de gamificación para personas ciegas, dando la importancia de proponer una metodología bajo la filosofía de Diseño Centrado en el Usuario que cumpla estas características. En la **Tabla 5** se observa una síntesis de los aspectos generales analizados en las metodologías antes mencionadas.

**Tabla 5.** Aspectos analizados en las diferentes metodologías. Fuente: creación propia.

Metodología	Diseño centrado en el usuario	Discapacidad / Ciegos	Interfaces tangibles/Gamificación	Orientado a
Mpiu+a (Saltiveri, 2004)	Si	No / No	No / No	Sistemas interactivos
MICEE (Serna et al., 2019)	Si	Si / No	No / No	Sistemas de colaboración

LEGADEE (Schottman, 2012)	No	No / No	No / Si	Juegos educativos
DOODLE (McMahon, 2009)	No	No / No	No / Si	Juegos serios
MECONESIS (Mazuera, 2016)	Si	Si / No	No / Si	Juegos serios

Resumiendo el análisis de las metodologías investigadas podemos observar que tres de ellas están siguiendo el diseño centrado en el usuario (Mpiu+a, MICEE, MECONESIS) de las cuales dos contemplan a usuarios con discapacidad (MICEE, MECONESIS) pero ninguna de las cinco se enfoca en usuarios ciegos, por último, se revisó la presencia del uso de técnicas de gamificación e interfaces tangibles de usuario encontrando que en tres de ellas (LEGADEE, DOODLE, MECONESIS) existen instrumentos u herramientas para la implementación de técnicas de gamificación pero más importante es el saber que ninguna contempla las interfaces tangibles de usuario como parte de su proceso de desarrollo, abriendo una brecha importante para la construcción de una metodología que contemple todas las características antes mencionadas.

# 4 METODOLOGÍA PROPUESTA

## CAPITULO 4

### METODOLOGÍA PROPUESTA

En este capítulo se representa la manera en la que se obtuvo la propuesta que lleva por nombre METUIGA (Metodología para el diseño de sistemas basados en interfaces de tangibles de usuario y técnicas de gamificación), la definición de cómo se estableció la nomenclatura para sus productos de cada etapa y la descripción de la funcionalidad de sus componentes.

**El secreto de la motivacion personal se puede resumir en las cuatro ces: curiosidad, coraje y constancia**

Walt Disney

#### 4.1 Descripción de obtención de la metodología METUIGA

La Metodología lleva por nombre METUIGA debido a algunas de sus siglas en inglés (***ME**thodology for the design of systems based on **T**angibles **U**ser Interfaces and **GA**mification techniques for blind people*).

Para entender cómo es que se consiguió la metodología METUIGA, vamos a definir primeramente el significado de método y metodología. Según (Pérez & Gardey, 2008) definen al método como un medio utilizado para llegar a un fin; por otro lado, (Hurtado, 2007) define metodología como el estudio de los modos o maneras de llevar a cabo algo, es decir, el estudio de los métodos.

La metodología METUIGA es el resultado de una serie de análisis e investigaciones realizadas con el objetivo de generar una metodología enfocada en el desarrollo de sistemas interactivos para usuarios ciegos siguiendo los principios de diseño centrado en el usuario y el ciclo de vida en cascada iterativo, además

contará con herramientas para utilizar técnicas de gamificación e interfaces tangibles en el proyecto.

Algunos de los aspectos importantes que se consideraron al momento de diseñar la metodología fueron:

1. Definir una herramienta para lograr la interacción tangible la cual forme parte de la metodología para facilitar a los futuros desarrolladores la búsqueda de alguna herramienta para este propósito.
2. Definir un proceso de gamificación capaz de producir sistemas que enganchen a los usuarios objetivos.
3. Definir evaluaciones para medir la usabilidad del sistema y el cumplimiento de los objetivos planteados con usuarios ciegos.
4. Definir un proceso enfocado en el diseño centrado en el usuario para generar sistemas que se adapten a las necesidades de los usuarios finales.

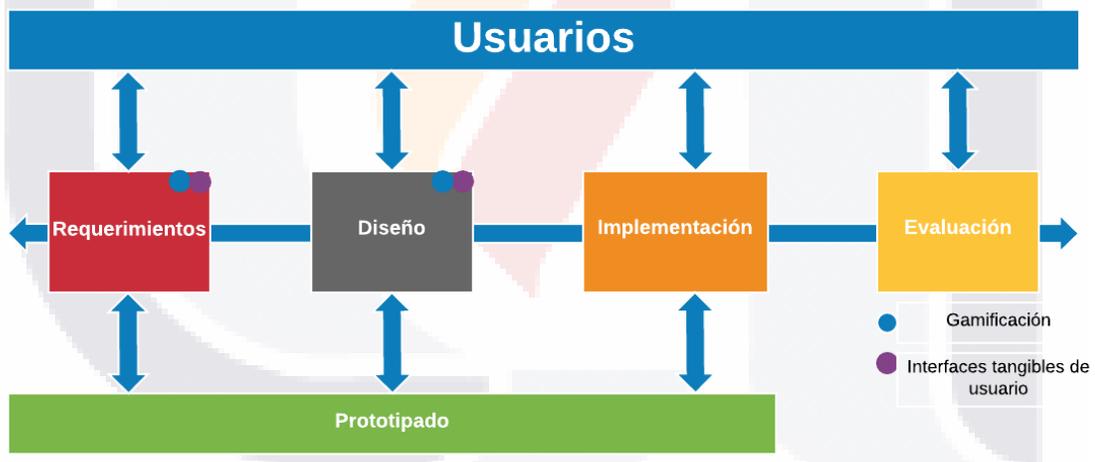


Figura 8. Etapas que componen la metodología METUIGA. Fuente: Creación propia.

#### 4.1.1 Descripción de la definición de la nomenclatura de productos en METUIGA

La metodología METUIGA tiene una serie de productos generados donde la nomenclatura de cada producto se basa en los colores según la etapa de desarrollo.

Fue establecida con las siguientes reglas:  
 Si el nombre de un producto es ER-A2-V001

Donde:

ER: ETAPA ROJO

A2: Actividad 2

V001: Versión uno de ese producto

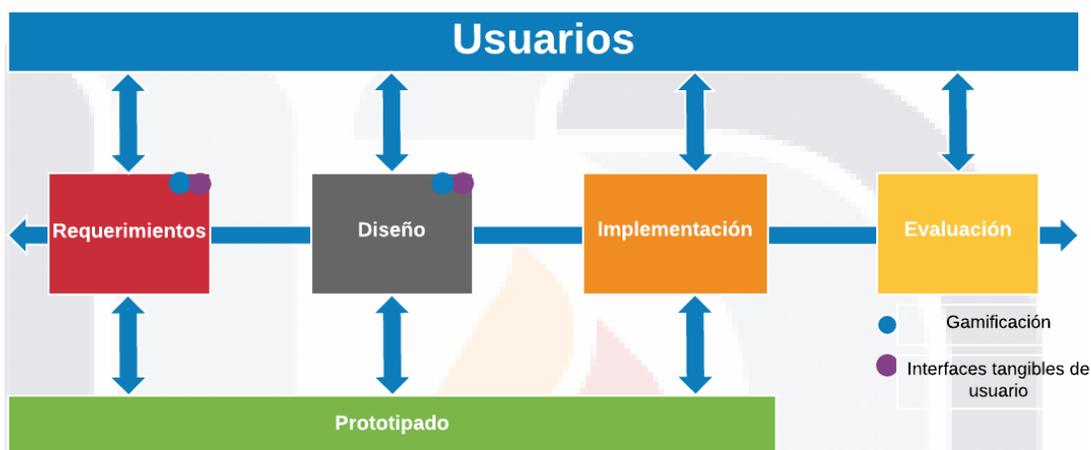
**Tabla 6.** Ejemplo de nomenclatura de productos en METUIGA Fuente: Creación propia.

Etapa	Color	Actividad	Producto	Clave
Requerimientos	Rojo	1.- Identificar los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar en conjunto con los futuros usuarios.	Lista de los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar	ER_A1
		2.- Identificar las características de gamificación del proyecto	Características de gamificación del proyecto/ER_A3	ER_A2
		3.- Generación del caso de uso general y actores involucrados en el sistema.	lista de casos de uso y actores del sistema	ER_A3
		4.- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales	Una lista de requisitos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario	ER_A4
		5.- Identificar los requisitos de las interfaces de usuario		

#### 4.2 Descripción de los componentes de la metodología propuesta

La metodología propuesta para desarrollar software interactivo para personas ciegas que cuente con herramientas de interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación; es llamada hasta el momento como “METUIGA”, la cual consta de cuatro etapas principales: 1. Requerimientos, 2. Diseño, 3. Implementación, 4. Evaluación y una de complemento: Prototipado.

Dentro de la metodología podemos encontrar la etapa llamada “Usuarios” debido a su enfoque en el diseño centrado en el usuario incentivando que en cualquier etapa se pueda incluir al usuario final para evaluar actividades dentro del proceso de software. Se puede observar que en las etapas de Requerimientos y Diseño se contemplan actividades para la implementación de las interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación.



**Figura 9.** Metodología para el diseño de sistemas basados en interfaces de tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas con problemas visuales (METUIGA). Fuente: Creación propia.

A continuación, se presenta una pequeña introducción de cada etapa/característica de la metodología:

#### 4.2.1 Usuarios

Un proceso de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) debe dejar claro que es así sólo con mirar el esquema la primera vez. Esto queda reflejado al disponer a los usuarios en la parte superior de la metodología abarcando el resto de las etapas de todo el proceso, en este caso, al ser el usuario alguien ciego de gran importancia que se tenga contemplado desde etapas tempranas en el proceso de desarrollo.

#### 4.2.2 Gamificación

La etapa de gamificación trabaja en paralelo con las etapas de requerimientos y diseño con el objetivo de guiar a los equipos de desarrollo en la correcta selección

de las mecánicas y dinámicas a implementar en el sistema en base a las necesidades presentadas por el usuario.

#### **4.2.3 Interfaces tangibles de usuario**

La etapa de interfaces tangibles de usuario trabaja en paralelo con las etapas de requerimientos y diseño con el objetivo de proporcionar las herramientas necesarias para que el equipo de desarrollo sea capaz de implementar este tipo de tecnología, facilitando un esquema de construcción para la interfaz tangible de usuario y aconsejando herramientas de software para facilitar la detección de objetos y desarrollo del sistema interactivo.

#### **4.2.4 Prototipado**

Esta etapa se involucra desde la etapa inicial de metodología, debido a que desde el comienzo del desarrollo de un sistema se necesitan probar partes el mismo con multitud de objetivos para: Verificar funcionalidades, averiguar aspectos relacionados con la interfaz del sistema, validar la navegación, probar nuevas posibilidades de técnicas, entre otros.

#### **4.2.5 Requerimientos**

Durante esta etapa es importante dejar en claro el alcance y clasificación de gamificación que tendrá el sistema tomando en cuenta en todo momento la opinión de los usuarios ciegos, así como establecer las herramientas necesarias para la construcción de la interfaz tangible.

#### **4.2.6 Diseño**

Considerando que el problema fue claramente definido en la etapa de requerimientos. En esta etapa se diseña la mejor solución posible tomando en cuenta en todo momento la opinión de los usuarios ciegos. Sus etapas cubren diferentes funcionalidades, el diseño de la actividad, diseño de la información, y diseño de la interfaz tangible, así como las principales actividades que conforman

el proceso global de los sistemas interactivos, interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación.

#### **4.2.7 Implementación**

Esta etapa es también conocida como la etapa de codificación, ya que es donde se debe escribir el código de software necesario que hará posible que el sistema finalmente implementado cumpla con las especificaciones establecidas en la etapa de requerimientos y corresponda con las interfaces generadas en la etapa de diseño.

#### **4.2.8 Evaluación**

Esta etapa consiste en probar algo. Tanto para saber si funciona correctamente o no, si cumple con las expectativas o no, o simplemente para conocer cómo funciona una determinada herramienta. La evaluación es un punto clave para la obtención de sistemas interactivos usables y accesibles. En esta etapa se aplican técnicas de evaluación necesarias para recibir la retroalimentación por parte de los usuarios.

### **4.3 Descripción de los productos de la Metodología**

A continuación, se muestra una descripción de los productos que integran las principales etapas de la metodología METUIGA (Requerimientos, Diseño, Implementación, Lanzamiento).

#### **4.3.1 Etapa de Requerimientos**

La primera etapa es la etapa de requerimientos la cual está dividida en 5 etapas principales: 1 Requerimientos, 2 Características, 3 Requerimiento de la interfaz tangible, 4 Casos de uso y actores involucrados, 5. Requisitos de usuario.

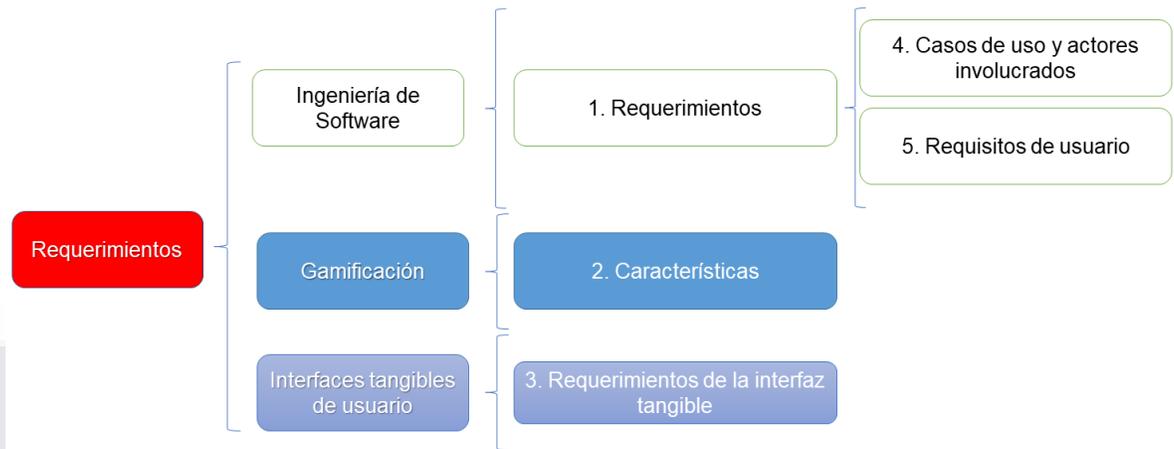


Figura 10. Etapa Requerimientos en metodología METUIGA. Fuente: Creación propia.

O si prefiere verlo en una tabla más detallada se vería así:

Tabla 7. Etapas de la Etapa de requerimientos de la metodología METUIGA

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave	Referencias(
<b>1. Requerimientos</b>	Identificar los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar en conjunto con los futuros usuarios	Requerimientos_ER_A1V001.docx	Lista de los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar/ER_A1	(International Organization For Standardization, 1998)
<b>2. Características</b>	Identificar las características de gamificación del proyecto	Características_ER_A2V001.docx	Características de gamificación del proyecto/ER_A2	(Bevan & Curson, 1999) (Monferrer Agut, 2000)
<b>3. Requerimientos de la interfaz tangible</b>	Identificar las herramientas necesarias para la construcción de una interfaz tangible	CaracterísticasInterfazTangible_ER_A3V001.docx	Herramientas para una interfaz tangible/ER_A3	(Pressman, 2005)
<b>4. Casos de uso y actores involucrados</b>	Generación del caso de uso general y actores involucrados en el sistema.	CasoDeUso_ER_A4V001.docx	Lista de casos de uso y actores del sistema / ER_A4	(Larman, 1999) (Ian Sommerville, 1997)
<b>5. Requisitos de usuario</b>	Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales  Identificar los requisitos de las interfaces de usuario	RequerimientosFuncionales_ER_A5V001.docx	Lista de requisitos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario / ER_A5	(G. Méndez, 2005) (García et al., 2017)

## **Requerimientos**

En la etapa “Requerimientos” de esta etapa, se tiene por objetivo identificar los requerimientos y restricciones principales a implementar en el sistema. Se considera importante esta etapa debido a que se puede identificar la importancia de las características propuestas por el usuario. Una vez con las características establecidas es más fácil diseñar las diferentes interfaces del sistema para solucionar el problema analizado.

## **Características**

En la etapa “características” de esta etapa, se tiene por objetivo identificar las características de gamificación del proyecto dado que en un sistema gamificado es importante conocer el tipo de gamificación, hacia quien va dirigido y los objetivos que este cumplirá para identificar las mecánicas y dinámicas más adecuadas dentro del proceso a desarrollar.

## **Requerimientos de la interfaz tangible**

En la etapa “Requerimientos de la interfaz tangible” de esta etapa, se otorga una lista de diferentes proyectos que han utilizado interfaces tangibles de usuario con el objetivo de que el equipo de desarrollo seleccione la mejor opción para su proyecto y sea considerado dentro del presupuesto disponible.

## **Casos de uso y actores involucrados**

En la etapa “Casos de uso y actores involucrados” de esta etapa, se tiene por objetivo generar el caso de uso general y actores involucrados en el sistema. Se puede decir, de manera informal, que un caso de uso describe la forma en que un sistema es empleado por los actores (usuarios del sistema) para alcanzar sus objetivos. Tiene una notación gráfica y está acompañado de una descripción de lo que hace (Pressman, 2005).

Generalmente esta descripción se expresa en plantillas que permiten guiar, portar o construir un esquema predefinido, reflejar los elementos comunes de los

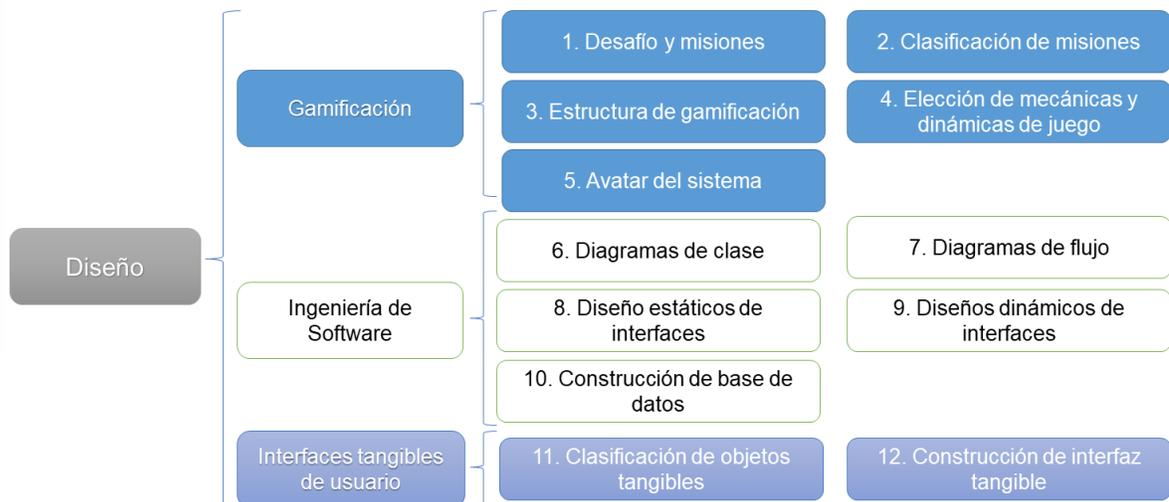
Casos de Uso (Larman, 1999). Un modelo de casos de uso es un modelo del sistema que contiene actores, casos de uso, sus relaciones y describe lo que hace el sistema para responder a las necesidades de cada actor o usuario del sistema.

**Requisitos de usuario**

En la etapa “Requisitos de usuario” de esta etapa, se tiene por objetivo Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, así como los requisitos de las interfaces de usuario. Esta etapa es de mucha importancia debido a que se bosquejan las funciones que ejecutará el sistema y que tendrá que cumplir el equipo de desarrollo.

**4.3.2 Etapa de Diseño**

La segunda etapa es llamada “Diseño” la cual está dividida en 13 etapas principales: 1. Desafíos y misiones, 2. Clasificación de misiones, 3. Estructura de gamificación, 4. Elección de mecánicas y dinámicas de juego, 5. Avatar del sistema, 6. Diagramas de clase, 7. Diagramas de flujo, 8. Diseños estáticos de interfaces, 9. Diseños dinámicos de interfaces, 10. Construcción de base de datos, 11. Clasificación de objetos tangibles, 12. Construcción de interfaz tangible.



**Figura 11.** Etapa de Diseño en metodología METUIGA. Fuente: Creación propia.

O si prefiere verlo en una tabla más detallada se vería así:

**Tabla 8.** Etapas de la Etapa de Diseño de la metodología METUIGA Fuente: Creacion propia.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Producto/Clave</b>	<b>Referencias</b>
<b>1.Desafíos y misiones</b>	Identificar los desafíos y misiones a implementar en el sistema gamificado	DesafiosyMisiones_EG_A1V001.docx	Tabla de desafíos y misiones / EG_A1	(Pressman, 2005)  (Ian Sommerville, 1997)
<b>2. Clasificación de misiones</b>	Clasificar las misiones comunes, individuales y colectivas	ClasificarMisiones_EG_A2V001.docx	Lista de las misiones comunes, individuales y colectivas / EG_A2	(Zichermann & Cunningham, 2011)  (Lozano et al., 2018)
<b>3. Estructura de gamificación</b>	Diseñar la Estructura de gamificación del sistema	EstructuraDeGamificacion_EG_A3V001.docx	Diagrama de la estructura de gamificación / EG_A3	(Shaer & Jacob, 2009)
<b>4. Elección de mecánicas y dinámicas de juego</b>	Seleccionar las mecánicas y dinámicas que se implementaran en el sistema gamificado	MecanicasDinamicas_EG_A4V001.docx	Lista de las mecánicas y dinámicas a implementar en el sistema gamificado	(Muñetón et al., 2007)  (Vidal et al., 2014)
<b>5. Avatar del sistema</b>	Diseñar la interfaz de un avatar para el sistema	InterfazDelAvatar_EG_A5V001.docx	Propuesta del avatar para el sistema / EG_A5	(Manene, 2013)  (Mena Esquivias et al., 2003)
<b>6. Diagramas de clase</b>	Diseñar los diagramas de clase del sistema	DiagramasClase_EG_A6V001.docx	Lista de diagramas de clases / EG_A6	(Gallego Durán et al., 2014)
<b>7. Diagramas de flujo</b>	Diseñar los diagramas dinámicos del flujo del sistema	DiagramasFlujo_EG_A7V001.docx	Lista de diseños dinámico del flujo del sistema / EG_A7	(Chorney, 2012)
<b>8. Diseños estáticos de interfaces</b>	Construir los diseños estáticos de las interfaces involucrando a los usuarios finales y considerando las mecánicas y dinámicas a implementar	DiseñosEstaticos_EG_A8V001.docx	Lista de diseños estáticos de las interfaces de usuario / EG_A8	(Gabarron et al., 2013)  (Kiryakova et al., 2014)  (García et al., 2017)
<b>9. Diseños dinámicos de interfaces</b>	Construir los diseños dinámicos de las interfaces involucrando a los usuarios finales	DiseñosDinamicos_EG_A9V001.docx	Lista de los diseños dinámicos de las interfaces de usuario / EG_A9	
<b>10. Construcción de la base de datos</b>	Realizar el modelado y construcción del diseño de base de datos	BaseDatos_EG_A10V001.docx	Diseño inicial de la base de datos del sistema / EG_A10	
<b>11. Clasificación de objetos tangibles</b>	Diseñar y clasificar los objetos tangibles considerando la información de las interfaces diseñadas	ObjetosTangibles_EG_A11V001.docx	Lista de los diseños de los objetos tangibles / EG_A11	
<b>12. Construcción de interfaz tangible</b>	Diseñar y construir la interfaz tangible en base a las	InterfazTangible_EG_A12V001.docx	Herramienta para utilizar interfaces tangibles de usuario / EG_A12	

	recomendaciones de la metodología			
--	-----------------------------------	--	--	--

### **Desafío y misiones**

En esta sección se identificarán los desafíos y misiones a implementar dentro de nuestro sistema para que cumpla con los criterios de gamificación. Un desafío es una actividad que puede cumplir un usuario y una misión es un conjunto de desafíos que puede cumplir el usuario.

Los desafíos y misiones ofrecen dirección a los jugadores, agregan sentido y profundidad dentro del sistema gamificado, es recomendable que siempre haya un desafío o misión y que existan varios desafíos o misiones que el usuario pueda elegir los cuales estén en sincronía con el nivel que presenta el usuario.

A continuación, se muestran una serie de desafíos y misiones comunes que todos los usuarios pueden hacer en alguno de estos casos:

- Gimnasio: Inscribirse, Asistir a clases, Pagar cuota, Comentar, Ayudar a los nuevos
- Turismo: Registrarse, Visitar ofertas, Comprar pasajes, Comentar, Escribir diario de viajes
- Restaurant: Comes, Dejas propina, Calificar, Recomendad, Volver

A continuación, se muestran desafíos y misiones individuales para un objetivo en específico:

- Empezar a entrenar
- Hacer 10 abdominales
- Hacer 10 flexiones
- Correr 20 minutos

En resumen, se debe pensar en una lista de desafíos y misiones que formarán parte del sistema para lograr una interacción con la persona con el objetivo de mantenerlo siempre activo con uno o más desafíos por cumplir.

### **Clasificación de misiones**

En esta etapa se clasificarán las misiones en tres categorías, comunes, individuales y colectivas y se les asignará la experiencia que estas le darán al jugador y la recompensa que se le otorgará por realizarla.

### Estructura de gamificación

El objetivo de esta etapa es diseñar el proceso de gamificación, gamificar no es simplemente proporcionar una medalla al usuario y listo, a continuación, en la Figura 12, se muestra el proceso para seguir correctamente una estructura de gamificación, no necesariamente se deben aplicar las seis etapas del ciclo, pero si debe existir una relación entre ellas.



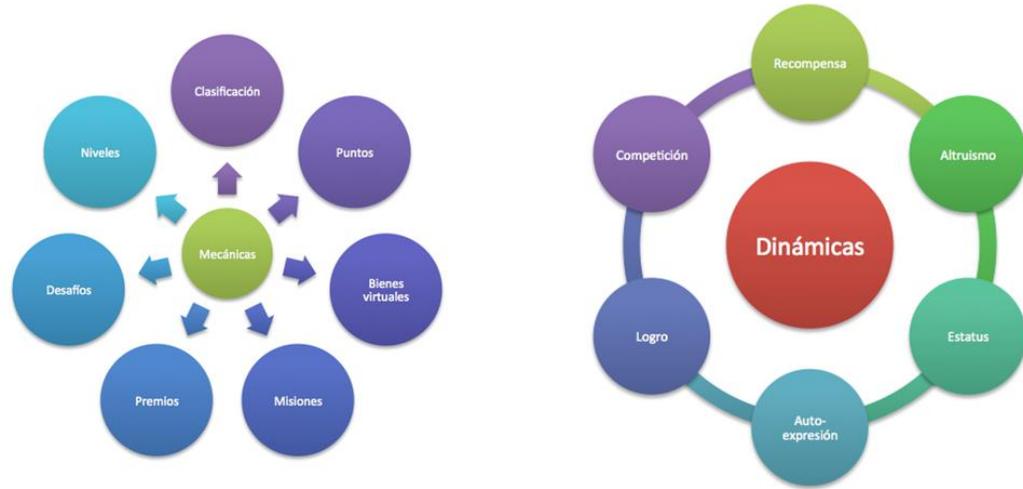
**Figura 12.** Estructura de gamificación. Fuente: Creación propia.

- Retos: Se proporcionan metas o algún objetivo que el usuario deberá cumplir.
- Ganancias condicionantes: Dentro de los retos deben existir ganancias o incentivos para mantener al usuario dentro del reto.
- Tablas de clasificación: Una vez terminado el reto, se le muestra al usuario una tabla de clasificación para que pueda comparar su desempeño en el reto cumplido con el de otros jugadores.
- Medallas: Se le da al usuario algún tipo de medalla o insignia relacionada con el desempeño que mostro a la hora de realizar el reto.
- Redes sociales: El usuario debe tener la posibilidad de compartir sus logros en redes sociales en caso de querer mostrar los avances que ha tenido.
- Estatus: Debe existir la opción de comparar su progreso con el de otros usuarios para incentivarlo a subir en la clasificación logrando más retos dentro del sistema.

### Elección de mecánicas y dinámicas de juego

En esta etapa se seleccionan las mecánicas y dinámicas que serán incluidas en las actividades del sistema, por un lado, las mecánicas de juego permitirán generar experiencias en el usuario que logren enriquecer e identificar el sistema de

manera atractiva y motivadora, por otro lado, las dinámicas de juego incentivarán las inquietudes humanas. Para su consecución deben realizarse las anteriores denominadas “mecánicas”.



**Figura 13.** Esquema de las mecánicas y dinámicas que genera una actividad gamificada. Fuente: (Mora, 2015).

### Avatar del sistema

En esta etapa se diseñará un avatar dónde el usuario pueda ver reflejado los avances obtenidos en el sistema e identificarse el mismo. En un juego el avatar es la representación gráfica del jugador. Es el alter ego, también llamado “Personaje”. Nuestro sistema gamificado debe contener un avatar para que el usuario se identifique con él y pueda ver reflejado su avance en él.

La personalización puede realizarse de muchas formas; por ejemplo, un diseñador de juegos puede dejar que sus jugadores se vistan y engañen a sus avatares o mundos virtuales. En la mayoría de los sistemas de juegos (en comparación con los juegos), la demanda de avatares 3D es bastante baja. Sin embargo, incluso una simple foto de un jugador y su nombre de pantalla pueden considerarse un avatar, lo que ofrece a los jugadores una oportunidad de personalización.

Características que podemos explotar en los juegos agregando un avatar:

- Personalización: El usuario se siente cómodo alterando la apariencia (Estilo visual) de su representación gráfica.
- Coleccionismo: Por necesidad de recoger y acumular.
- Premios como accesorios, trofeos, logros y demás recompensas quedan unidos al avatar.

\*Esta etapa está en consideración del equipo de desarrollo, no se considera una etapa obligatoria.

### **Diagramas de clase**

El objetivo de esta etapa es diseñar los diagramas de clase del sistema. Los diagramas de clase UML muestran las clases de objetos en un sistema y sus relaciones.

Los elementos principales de un diagrama de clase son cajas, que son los íconos utilizados para representar clases e interfaces. Cada caja se divide en partes horizontales. La parte superior contiene el nombre de la clase. La sección media menciona sus atributos. Un atributo es algo que un objeto de dicha clase conoce o puede proporcionar todo el tiempo. Por lo general, los atributos se implementan como campos de la clase, pero no necesitan serlo. Podrían ser valores que la clase puede calcular a partir de sus variables o valores instancia y que puede obtener de otros objetos de los cuales está compuesto.

### **Diagramas de flujo**

El objetivo de esta etapa es realizar los diagramas de secuencia, que muestran las interacciones requeridas para completar cierta operación. En UML, los diagramas de secuencia pueden asociarse con casos de uso.

En contraste con los diagramas de clase y con los diagramas de implementación, que muestran la estructura estática de un componente de software, un diagrama de secuencia se usa para mostrar las comunicaciones dinámicas entre

objetos durante la ejecución de una tarea. Este tipo de diagrama muestra el orden temporal en el que los mensajes se envían entre los objetos para lograr dicha tarea. Puede usarse un diagrama de secuencia para mostrar las interacciones en un caso de uso o en un escenario de un sistema de software.

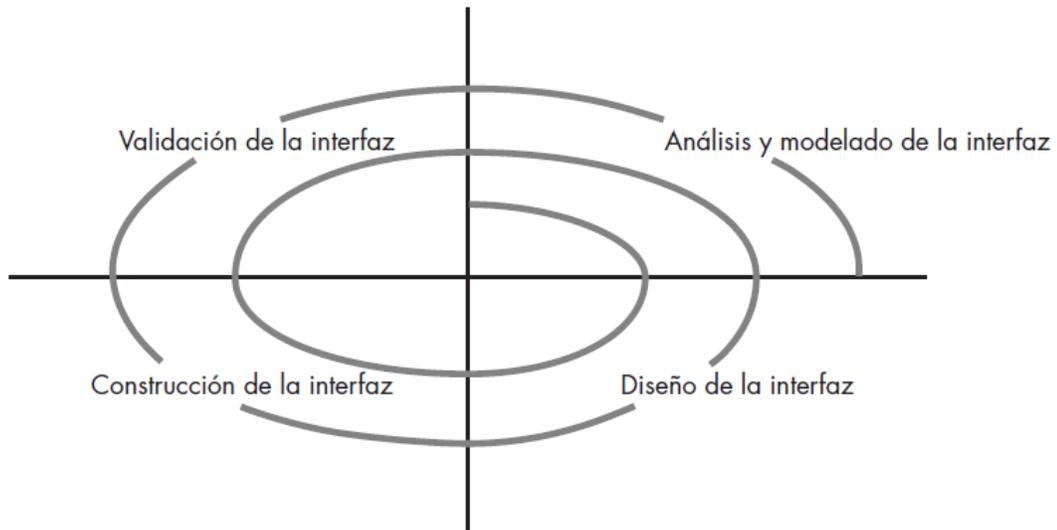
### **Diseños estáticos de interfaces**

En esta etapa se inicia el diseño de interfaces de usuario, para ello proponemos se lleve a cabo un proceso iterativo representado con un modelo espiral. (**ver figura 14**)

El proceso de diseño de la interfaz de usuario comienza en el interior de la espiral e incluye cuatro actividades estructurales distintas:

- 1) análisis y modelado de la interfaz,
- 2) diseño de ésta,
- 3) construcción y
- 4) validación.

La espiral que se presenta en la **Figura 14** implica que cada una de dichas tareas tendrá lugar más de una vez y que cada recorrido del contorno de la espiral representa una elaboración mayor de los requerimientos y del diseño resultante. En la mayoría de los casos, la actividad de modelado involucra la hechura de prototipos y alguna forma práctica de validar lo que se haya diseñado.



**Figura 14.** Proceso de diseño de las interfaces de usuario basado en el modelo espiral de (Boehm, B. W., 1983). Fuente: (Pressman, 1988).

### **Diseños dinámicos de interfaces**

En esta sección se realizarán diseños del flujo de las interfaces estáticas realizadas en la actividad anterior.

### **Construcción de la base de datos**

En esta etapa se diseñarán las estructuras del sistema de datos y cómo se representarán en una base de datos. El trabajo aquí depende de si una base de datos se reutilizará o se creará una nueva. Para ello se realizarán tres actividades:

1. Construcción del modelo entidad relación
2. Tablas e índices de la base de datos
3. Normalización

### **Clasificación de objetos tangibles**

Como las interfaces tangibles de usuario (ITU) emplean objetos tanto virtuales como físicos, una función importante de un desarrollador de ITU es inventar metáforas que den forma física a la información digital y determinar qué información se representa mejor digitalmente y cuál se representa mejor físicamente (Ullmer, 2002).

En esta etapa diseñaremos los objetos que van a interactuar con la interfaz tangible y describiremos su comportamiento dentro de la misma. Para esto utilizaremos una herramienta de TUIML la cual representa restricciones de los objetos utilizando una notación que transmite su forma, orientación y tamaño relativo. Estas construcciones se definieron en el paradigma TAC (Shaer et al., 2004).

La **tabla 9**, muestra la paleta TAC la cual representa la estructura de una (ITU). Representación se refiere a la unión de un objeto físico a una variable de aplicación para crear un token y para la selección de otros objetos físicos que limitan este token. Asociación se refiere a la asociación física de un token y un conjunto de restricciones. Finalmente, la manipulación se refiere a las acciones que un usuario puede realizar sobre un TAC.

La paleta TAC permite a los desarrolladores describir visualmente la estructura de las ITU en términos de tokens, restricciones y elementos TAC. Proporciona a los desarrolladores de ITU medios para examinar cuestiones como la forma, la sintaxis física y el contexto de uso que se discuten en los desafíos de diseñar una interacción de acciones, comportamientos virtuales, físicos, y múltiples.

**Tabla 9.** La paleta TAC de Urp. Fuente: Creación propia basada en: (Underkoffler & Ishii, 1999).

TAC	Representación			Asociación	Manipulación	
	Variable	Tipo	Restricción	Gráfico asociado	Acción	Respuesta
1	Construcción	Modelo de construcción	Superficie activada, puede interactuar con otras construcciones		Agregar	Se muestra la sombra del objeto de acuerdo con el tiempo
					Remove	Se remueve la información mostrada en pantalla
					Mover	Se actualiza su posición en pantalla
2	Distancia	Herramienta de distancia	Deben estar dos objetos de construcción en la superficie.		Agregar	Se muestra la distancia entre objetos
					Remove	Oculto la distancia de los objetos

3	Simular viento	Herramienta de viento	Debe existir al menos un objeto de construcción en la superficie.		Agregar	Muestra el viento en pantalla
					Remover	Oculto el viento mostrado en pantalla
					Mover	Se actualiza su posición en pantalla

Los lenguajes de especificación de interfaz de usuario actuales se basan principalmente en modelos controlados por eventos para especificar y programar la generación actual de interfaces gráficas de usuario. Los modelos basados en eventos también se utilizan para especificar interfaces posteriores a WIMP y programar interacciones discretas en 3D y físicas (Appert & Beaudouin-Lafon, 2008) (Hartmann et al., 2008) (Wingrave & Bowman, 2008). Sin embargo, parecen un modelo incorrecto para especificar explícitamente comportamientos continuos y paralelos, que son comunes en las ITU. Por lo tanto, TUIML ofrece un modelo de interacción novedoso para describir el comportamiento subyacente de las ITU.

**Construcción de la interfaz tangible**

En esta etapa se diseñará y construirá la interfaz tangible según la herramienta seleccionada por el equipo de desarrollo. Nuestra recomendación es utilizar Reactivision al ser un software de código abierto que muestra de forma clara como construir una interfaz tangible.

La aplicación Reactivision se ejecuta actualmente en los siguientes sistemas operativos: Windows, Mac OS X y Linux. En Windows, es compatible con cualquier cámara con un controlador WDM adecuado, como la mayoría de las cámaras USB, FireWire y DV. Bajo Mac OS X, la mayoría de las cámaras USB y Firewire compatibles con UVC deberían funcionar. Bajo Linux, las cámaras FireWire también son compatibles con muchas cámaras USB compatibles con Video4Linux2.

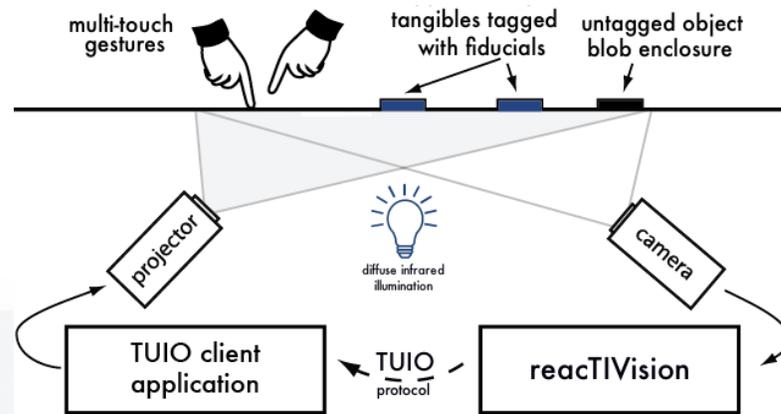


Figura 15. Diagrama propuesto por Reactivision para la construcción de interfaces tangibles. Fuente: (Reactivision, 2020).

### 4.3.3 Etapa de implementación

La tercera etapa es llamada “Implementación” la cual está dividida en 3 etapas principales: 1. Identificación de un estándar de codificación, 2. Construcción del software implementando el estándar seleccionado, 3. Construcción de la arquitectura del sistema.

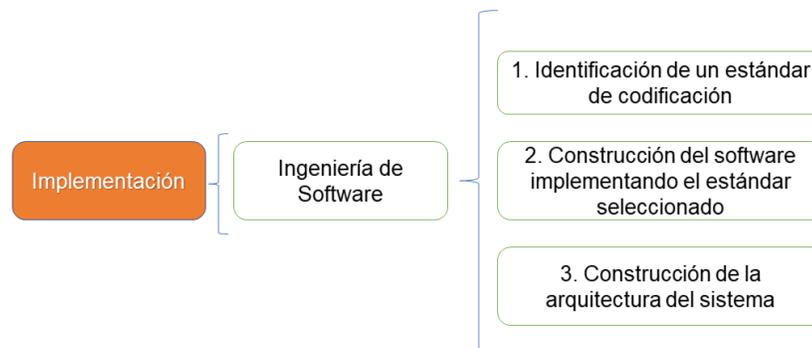


Figura 16. Etapa Implementación en metodología METUIGA. Fuente: Creación propia.

O si prefiere verlo en una tabla más detallada se vería así:

**Tabla 10.** Etapas de la Etapa de Implementación de la metodología METUIGA Fuente: Creación propia.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Producto/Clave</b>	<b>Referencias</b>
<b>1. Estándar de codificación</b>	Identificar un estándar de codificación para la programación del sistema	EstandarCodificacion_EN_A1V001.docx	Información sobre el estándar seleccionado / EN_A1	(Pressman, 2005)  (Ian Sommerville, 1997)
<b>2. Construcción del software implementando el estándar seleccionado</b>	Programar el software en base a los diseños creados anteriormente implementando el estándar seleccionado	AplicacionEstandar_EN_A2V001.docx	Muestras del sistema programado / EN_A2	(Letelier Torres, 2002)  (Grau & Segura, 2008)
<b>3. Construcción de la arquitectura del sistema</b>	Diseñar la arquitectura del sistema desarrollado.	Organizacion_EN_A3V001.docx	Diagrama de la arquitectura del sistema / EN_A3	(i Saltiveri, 2004)

### **Estándar de codificación**

En esta etapa el equipo de desarrollo identificará un estándar de codificación para programar el sistema, este dependerá también del lenguaje de programación seleccionado.

### **Construcción del software implementando el estándar seleccionado**

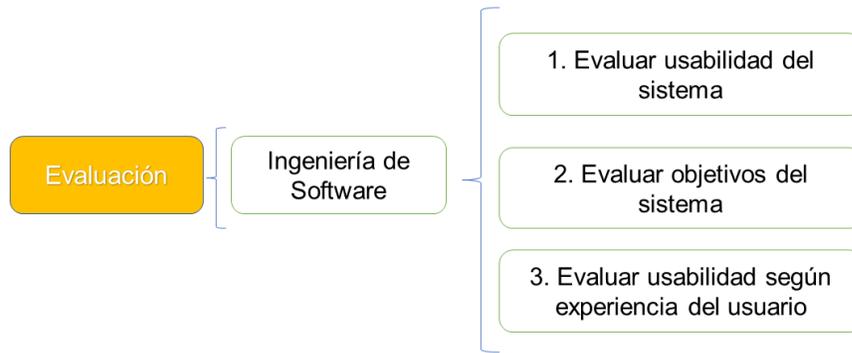
Una vez seleccionado el estándar de codificación se iniciará con la programación necesaria para la construcción del sistema y se mostrarán ejemplos de la codificación utilizando el estándar seleccionado.

### **Construcción de la arquitectura del sistema**

En esta etapa se diseñará la arquitectura del sistema cuando se termine la programación del sistema con el objetivo de contar con un diagrama el cual especifique los componentes principales del sistema la interacción que existe entre ellos.

#### **4.3.4 Etapa de Evaluación**

La cuarta etapa es llamada “Evaluación” la cual está dividida en 3 etapas principales: 1. Evaluar usabilidad del sistema, 2. Evaluar objetivos del sistema, 3. Evaluar usabilidad según experiencia del usuario.



**Figura 17.** Etapa de Evaluación en metodología METUIGA. Fuente: Creación propia.

O si prefiere verlo en una tabla más detallada se vería así:

**Tabla 11.** Etapas de la Etapa de Evaluación de la metodología METUIGA Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave	Referencia
<b>1. Evaluar usabilidad del sistema</b>	Medir la usabilidad del sistema según los usuarios utilizando el instrumento "System Usability Scale (SUS)"	SUS_EV_A1.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A1	(Brooke, 2018)  (Brooke, 1996)
<b>2. Evaluar objetivos del sistema</b>	Evaluar el cumplimiento de los objetivos del sistema utilizando el instrumento "Light MECPDS"	EvaluacionObjetivos_EV_A2.docx	Documento con el método a aplicar Resultado de métodos aplicado /EV_A2	(Pino et al., 2006)
<b>3. Evaluar usabilidad según las experiencias de los usuarios</b>	Evaluar la usabilidad del sistema utilizando el método "Pensando en voz alta"	UsabilidadPV A_EV_A3.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A3	(Álvarez et al., 2019)

### Evaluar usabilidad del sistema

La (International Organization For Standardization, 1998) define la usabilidad como la capacidad que tiene un producto para ser usado por determinados usuarios con el fin de alcanzar unos objetivos concretos con efectividad, eficiencia y satisfacción dentro de un contexto de uso específico. Esta definición resulta muy clarificadora, pues divide la usabilidad en los diversos aspectos que considera: efectividad, eficiencia y satisfacción; y hace una diferenciación en función del objetivo, el usuario y el contexto de uso.

En esta etapa se evalúa la usabilidad del sistema según los usuarios utilizando la System Usability Scale (SUS). La SUS proporciona una herramienta rápida y confiable para medir la usabilidad. Consiste en un cuestionario de 10 preguntas con cinco opciones de respuesta para los encuestados; las cuales van de "Totalmente de acuerdo" a "Totalmente en desacuerdo":

### **Beneficios de usar un SUS**

SUS se ha convertido en un estándar de la industria, con referencias en más de 1300 artículos y publicaciones. Los beneficios notables de usar SUS son:

- Es una escala fácil de administrar a los participantes.
- Se puede usar en muestras pequeñas con resultados confiables.
- Es válido: puede diferenciar efectivamente entre sistemas utilizables e inutilizables.

### **Consideraciones al usar un SUS**

Si está considerando usar un SUS, tenga en cuenta lo siguiente:

- El sistema de puntuación es algo complejo.
- Hay una tentación, cuando miras los puntajes, ya que están en una escala de 0-100, para interpretarlos como porcentajes (no son porcentajes).
- La mejor manera de interpretar sus resultados consiste en "normalizar" los puntajes para producir una clasificación porcentual.
- SUS no es diagnóstico: su uso es para clasificar la facilidad de uso del sistema, aplicación o entorno que se está probando.

### **La escala de usabilidad del sistema**

Cuando se usa el SUS, se les pide a los participantes que califiquen las siguientes 10 preguntas con una de cinco respuestas que van desde "Totalmente de acuerdo" a "Totalmente en desacuerdo":

1. Creo que me gustaría utilizar frecuentemente este sitio web.
2. Encontré el sitio web innecesariamente complejo.
3. Pienso que el sitio web es fácil de usar.
4. Creo que necesitaré el apoyo de personal técnico para poder utilizar este sitio web.
5. Encontré que varias de las funciones en el sitio web estaban bien integradas.
6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sitio.
7. Me imagino que la mayoría de las personas podrían aprender a usar este sitio web muy rápido.
8. Encontré el sitio web muy difícil de usar.
9. Me sentí muy confiado (seguro) al utilizar el sitio web.
10. Necesité aprender muchas cosas antes de poder usar este sitio web.

### **Interpretación de puntajes**

Interpretar la puntuación puede ser complejo. Los puntajes del participante para cada pregunta se convierten a un nuevo número, se suman y luego se multiplican por 2.5 para convertir los puntajes originales de 0-40 a 0-100. Aunque los puntajes son 0-100, estos no son porcentajes y deben considerarse solo en términos de su clasificación porcentual.

Según el sitio oficial del SUS, un puntaje SUS superior a 68 se consideraría por encima del promedio y cualquier cosa por debajo de 68 está por debajo del promedio, sin embargo, la mejor manera de interpretar sus resultados consiste en "normalizar" los puntajes para producir una clasificación porcentual.

### **Evaluar objetivos del sistema**

En esta etapa se realiza la evaluación de la madurez del proceso de software, para ello se recurrió a un instrumento realizado por (Pino et al., 2006) llamado "Light MECPDS" el cual tiene por objetivo:

- Establecer los elementos necesarios para evaluar la madurez y el cumplimiento de los procesos de una organización, con respecto a un modelo de procesos de referencia.

- Aportar un modelo de evaluación ligero para que sea aplicable a las PyMES, de manera fácil y económica, con pocos recursos y en poco tiempo.
- Fomentar la evaluación en las PyMES de desarrollo de software del sur occidente colombiano, con el objetivo de conocer sus puntos fuertes y débiles, para que sirvan de guía en la mejora de los procesos de desarrollo de software de la organización.

### **Evaluar usabilidad según la experiencia de los usuarios**

En la descripción realizada por (NIELSEN, 1993), se pide a los usuarios de manera individual que expresen en voz alta y libremente sus pensamientos, sentimientos y opiniones sobre cualquier aspecto (diseño, funcionalidad, entre otros) mientras interactúan con el sistema o un prototipo del mismo. Es un método altamente eficaz que captura aspectos relacionados con las actividades cognitivas de los usuarios potenciales del sistema evaluado.

Para esta evaluación se opta por utilizar el instrumento “Pensando en Voz alta” adaptado para personas ciegas realizado por (Álvarez et al., 2019). A continuación, se muestran los pasos a seguir para la implementación de esta evaluación:

1. Se realiza una práctica instructiva con el usuario ciego para que comprenda que tipo de información se requiere recolectar (Hughes, 2012).
2. Se proporciona a los usuarios el prototipo a probar y una tarea corta inicial (i Saltiveri, 2004).
3. Se explica detalladamente y con términos que el usuario comprenda la tarea, así como el funcionamiento del dispositivo (Álvarez et al., 2015).
4. Se realiza la tarea inicial, si el usuario tiene problemas/dudas se realiza un cambio a las tareas posteriores para poder aplicarlas (Hughes, 2012).
5. Se realizan algunas preguntas y se les pide que expliquen qué es lo que piensan al respecto mientras están trabajando con la interfaz (i Saltiveri, 2004).
6. Se continúa de la misma manera con cada una de las tareas.
7. Se evalúa la participación del usuario.

Nota: Se debe realizar una grabación tanto de video como de audio durante todo el proceso por si al evaluador se le pasa algún dato mientras se realiza la evaluación.

Pensando en voz alta permite a los evaluadores comprender cómo el usuario se aproxima al objetivo con la interfaz propuesta y qué consideraciones tiene en la mente cuando la usa (Álvarez et al., 2019). El usuario puede expresar que la secuencia de etapas que le dicta el producto para realizar el objetivo de su tarea es diferente de la que esperaba (i Saltiveri, 2004).

### **Beneficios**

1. Mejor comprensión del modelo del usuario.
2. Conocer la terminología que el usuario utiliza para expresar una idea o función.
3. Tiene como ventaja la simplicidad.
4. Requiere poca experiencia para llevarlo a cabo.
5. Proporciona ideas útiles acerca de los problemas de una interfaz.
6. Puede utilizarse en todas las fases del ciclo de vida y con cualquier tipo de prototipo.
7. Es un método muy económico.

### **Inconvenientes**

1. La información proporcionada es subjetiva y selectiva (dependerá de las tareas escogidas).
2. El proceso de observación puede alterar la manera en la que los usuarios realizarán sus tareas, pudiendo obtener vistas parciales (describir lo que uno hace a veces puede cambiar la forma de hacerlo). Es posible que, al aplicarse con usuarios ciegos, éste no sea del todo un inconveniente debido a la carencia del sentido de la vista por parte del usuario.

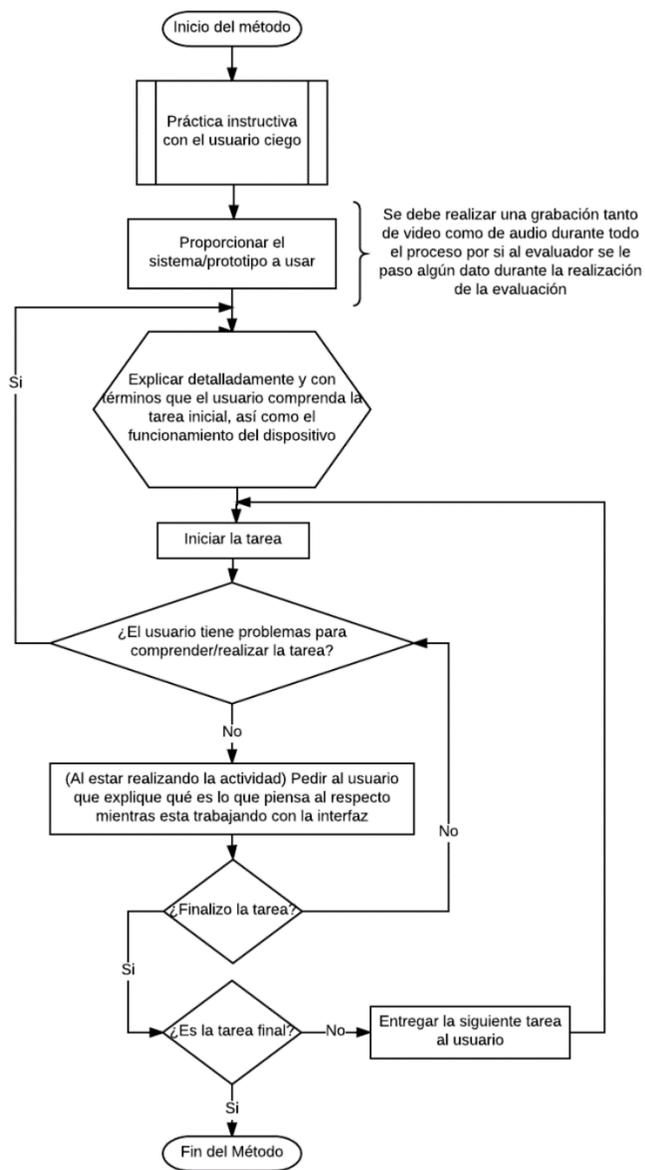


Figura 18. Diagrama de Flujo del método Pensando en voz alta. Fuente:(Álvarez et al., 2019).

#### 4.4 Formatos de productos de METUIGA

Los formatos base para seguir la metodología son los siguientes:

##### 4.4.1 Formatos Etapa Requerimientos

Los Formatos base para dar seguimiento a la etapa de requerimientos son los siguientes:

Tabla 12. Formatos base para la etapa de Requerimientos. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Lista de los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar	ER_A1	 Requerimientos_ER_A1V001.docx <b>Ver Anexo 2 ER_A1</b>
Características de gamificación del proyecto	ER_A2	 Características_ER_A2V001.docx <b>Ver Anexo 2 ER_A2</b>
Herramientas para una interfaz tangible	ER_A3	 HerramientasTangibles_ER_A3V001.docx <b>Ver Anexo 2 ER_A3</b>
Lista de casos de uso y actores del sistema	ER_A4	 Casodeuso_ER_A4V001.docx <b>Ver Anexo 2 ER_A4</b>
Una lista de requisitos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario	ER_A5	 RequerimientosFuncionales_ER_A5V001.docx <b>Ver Anexo 2 ER_A5</b>

#### 4.4.2 Formatos Etapa Diseño

Los formatos base para dar seguimiento a la etapa de diseño son los siguientes:

Tabla 13. Formatos base para la etapa de Diseño. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Tabla de desafíos y misiones	EG_A1	 DesafiosyMisiones_EG_A1V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A1</b>
Lista de las misiones comunes, individuales y colectivas	EG_A2	 ClasificarMisiones_EG_A2V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A2</b>
Diagrama de la estructura de gamificación	EG_A3	 EstructuraDeGamificacion_EG_A3V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A3</b>

Lista de las mecánicas y dinámicas a implementar en el sistema gamificado	EG_A4	 MecanicasDinamicas_EG_A4V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A4</b>
Propuesta del avatar para el sistema	EG_A5	 InterfazDelAvatar_EG_A5V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A5</b>
Lista de diagramas de clases	EG_A6	 DiagramasClase_EG_A6V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A6</b>
Lista de diseños dinámico del flujo del sistema	EG_A7	 DiagramasFlujo_EG_A7V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A7</b>
Lista de diseños estáticos de las interfaces de usuario	EG_A8	 DiseñosEstaticos_EG_A8V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A8</b>
Lista de los diseños dinámicos de las interfaces de usuario	EG_A9	 DiseñosDinamicos_EG_A9V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A9</b>
Diseño inicial de la base de datos del sistema	EG_A10	 BaseDatos_EG_A10V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A10</b>
Lista de los diseños de los objetos tangibles	EG_A11	 ObjetosTangibles_EG_A11V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A11</b>
Herramienta para utilizar interfaces tangibles de usuario	EG_A12	 InterfazTangible_EG_A12V001.docx <b>Ver Anexo 2 EG_A12</b>

#### 4.4.3 Formatos Etapa Implementación

Los formatos base para dar seguimiento a la etapa de implementación son los siguientes:

**Tabla 14.** Formatos base para la etapa de Implementación. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Información sobre el estándar seleccionado	EN_A1	 EstandarCodificacion_EN_A1V001.docx <b>Ver Anexo 2 EN_A1</b>
Muestras del sistema programado	EN_A2	 AplicacionEstandar_EN_A2V001.docx <b>Ver Anexo 2 EN_A2</b>
Diagrama de la arquitectura del sistema	EN_A3	 ArquitecturaSistema_EN_A3V001.docx <b>Ver Anexo 2 EN_A3</b>

#### 4.4.4 Formatos Etapa Evaluación

Los formatos base para dar seguimiento a la etapa de Lanzamiento son los siguientes:

**Tabla 15.** Formatos base para la etapa de Evaluación. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Test de usabilidad	EV_A1	 UsabilidadHeuristica_EV_A1.docx <b>Ver Anexo 2 EV_A1</b>
Evaluación de objetivos	EV_A2	 EvaluacionObjetivos_EV_A2.docx <b>Ver Anexo 2 EV_A2</b>
Evaluar usabilidad según las experiencias de los usuarios	EV_A3	 PensandoVozAlta_EV_A3.docx <b>Ver Anexo 2 EV_A3</b>

# 5 CASOS DE ESTUDIO

## CAPITULO 5

**METODOLOGIA PROPUESTA**

En este capítulo se exponen los resultados que se fueron obteniendo durante la implementación de METUIGA en los diferentes casos de estudio realizados con el objetivo de encontrar mejoras en la metodología METUIGA. Además, se explican algunas mejoras realizadas al proceso de aplicación

**No hay logros sin metas.**

Robert J. McKaine

Para la mejora de la metodología METUIGA se decide realizar dos iteraciones de esta basándonos en dos casos de estudio (Enseñanza de Geometría, Enseñanza de Fracciones) utilizando el método de investigación experimental.

Además, se decide seguir un proceso para la identificación de mejoras basado en los modelos de proceso, evaluación y mejora propuestos por (Oktaba et al., 2007) en su proyecto Competisoft.

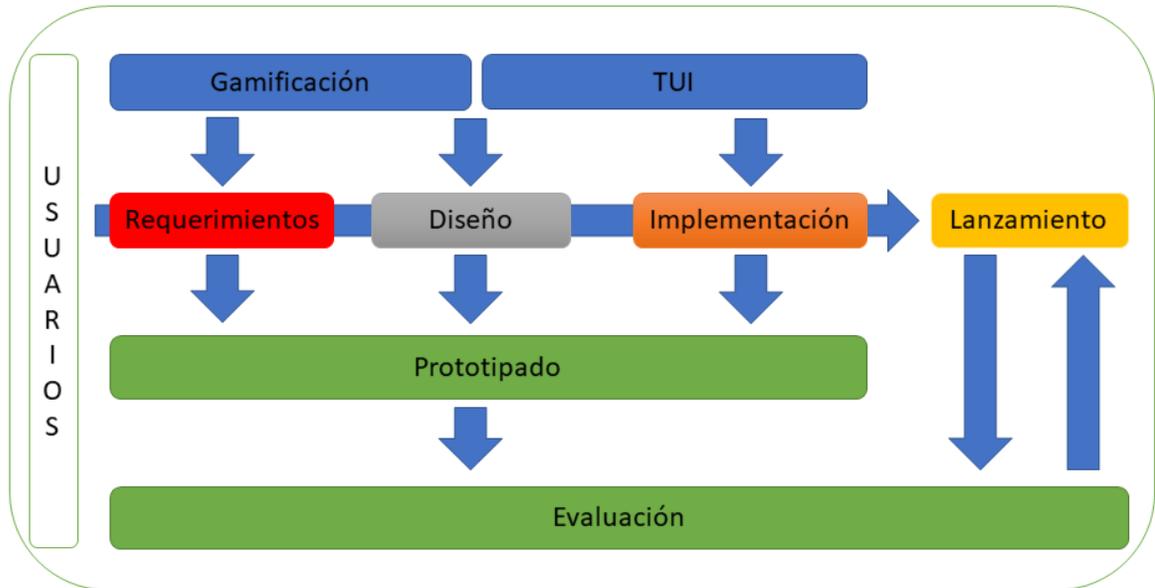


**Figura 19.** Proceso para la identificación de mejoras en los instrumentos de la metodología METUIGA.  
Fuente: Creación propia basada en los Modelos de (Oktaba et al., 2007).

### 5.1 Versión 0 de Metodología METUIGA

La versión 0 de la metodología METUIGA propuesta fue la siguiente: Se ve que inicialmente estaba conformada por 4 etapas principales: Requerimientos,

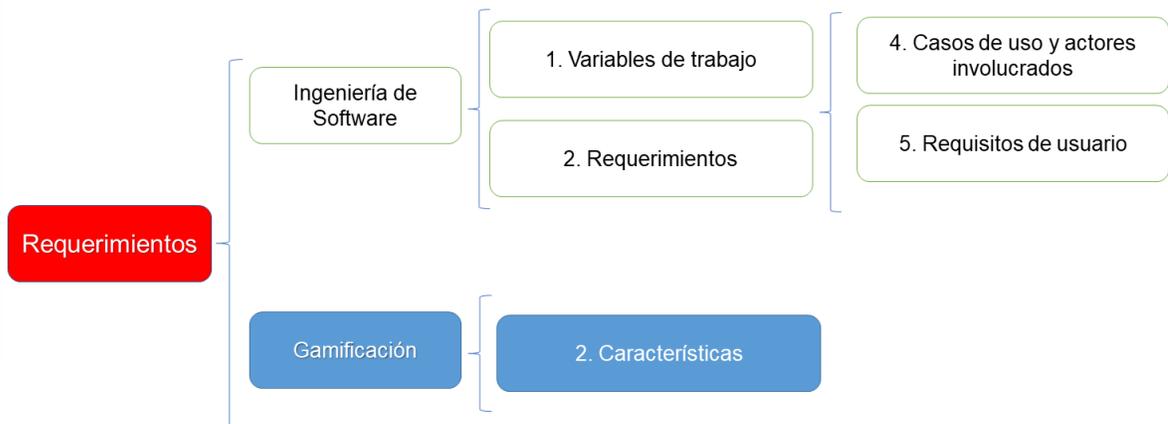
Diseño, Implementación, Lanzamiento; y cuatro etapas complementarias Gamificación, TUI, Prototipado, Evaluación.



**Figura 20.** Primera versión de la Metodología METUIGA versión 0. Fuente: Creación propia.

Donde las etapas estaban compuestas por lo siguiente:

**Etapa de Requerimientos**



**Figura 21.** Metodología METUIGA versión 0 - Etapa Requerimientos modo gráfico. Fuente: Creación propia.

Tabla 16. Metodología METUIGA versión 0 – Etapa de Requerimientos modo tabla. Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave
1. Variables de trabajo	1.- Entrevistar a los usuarios finales de la aplicación para conocer las necesidades del sistema	Entrevista_ER_A1V001.docx	Variabes de trabajo / ER_A1
2. Requerimientos	2.- Identificar los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar	Requerimientos_ER_A2V001.docx	Lista de los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar/ER_A2
3. Características	3.- Identificar las características de gamificación del proyecto	Características_ER_A3V001.docx	Características de gamificación del proyecto/ER_A3
4. Casos de uso y actores involucrados	4.- Generación del caso de uso general y actores involucrados en el sistema.	CasoDeUso_ER_A4V001.docx	Lista de casos de uso y actores del sistema / ER_A4
5. Requisitos de usuario	5.- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales  6.- Identificar los requisitos de las interfaces de usuario	RequerimientosFuncionales_ER_V5001.docx	Lista de requisitos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario / ER_A5

## Etapa de Diseño

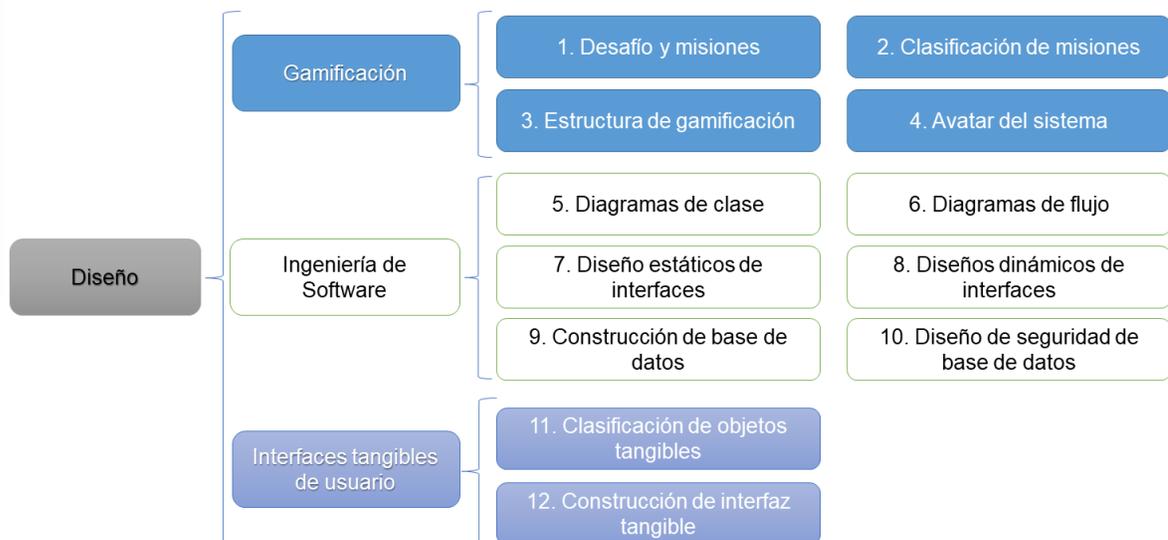


Figura 22. Metodología METUIGA versión 0 - Etapa de Diseño modo gráfico. Fuente: Creación propia.

Tabla 17. Metodología METUIGA versión 0 – Etapa de Diseño modo tabla. Fuente: Creación propia.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Producto/Clave</b>
<b>1.Desafíos y misiones</b>	Identificar los desafíos y misiones a implementar en el sistema gamificado	DesafiosyMisiones_EG_A1V001.docx	Tabla de desafíos y misiones / EG_A1
<b>2. Clasificación de misiones</b>	Clasificar las misiones comunes, individuales y colectivas	ClasificarMisiones_EG_A2V001.docx	Lista de las misiones comunes, individuales y colectivas / EG_A2
<b>3. Estructura de gamificación</b>	Diseñar la Estructura de gamificación del sistema	EstructuraDeGamificacion_EG_A3V001.docx	Diagrama de la estructura de gamificación / EG_A3
<b>4. Avatar del sistema</b>	Diseñar la interfaz de un avatar para el sistema	InterfazDelAvatar_EG_A4V001.docx	Propuesta del avatar para el sistema / EG_A4
<b>5. Diagramas de clase</b>	Diseñar los diagramas de clase del sistema	DiagramasClase_EG_A5V001.docx	Lista de diagramas de clases / EG_A5
<b>6. Diagramas de flujo</b>	Diseñar los diagramas dinámicos del flujo del sistema	DiagramasFlujo_EG_A6V001.docx	Lista de diseños dinámico del flujo del sistema / EG_A6
<b>7. Diseños estáticos de interfaces</b>	Construir los diseños estáticos de las interfaces involucrando a los usuarios finales y considerando las mecánicas y dinámicas a implementar	DiseñosEstaticos_EG_A7V001.docx	Lista de diseños estáticos de las interfaces de usuario / EG_A7
<b>8. Diseños dinámicos de interfaces</b>	Construir los diseños dinámicos de las interfaces involucrando a los usuarios finales	DiseñosDinamicos_EG_A8V001.docx	Lista de los diseños dinámicos de las interfaces de usuario / EG_A8
<b>9. Construcción de la base de datos</b>	Realizar el modelado y construcción del diseño de base de datos	BaseDatos_EG_A9V001.docx	Diseño inicial de la base de datos del sistema / EG_A9
<b>10. Diseño de seguridad de base de datos</b>	Realizar el diseño de seguridad de la base de datos	SeguridadBD_EG_A10V001.docx	Propuesta del diseño de seguridad de base de datos del sistema / EG_A10
<b>11. Clasificación de objetos tangibles</b>	Diseñar y clasificar los objetos tangibles considerando la información de las interfaces diseñadas	ObjetosTangibles_EG_A11V001.docx	Lista de los diseños de los objetos tangibles / EG_A11

<b>12. Construcción de interfaz tangible</b>	Diseñar y construir la interfaz tangible en base a las recomendaciones de la metodología	InterfazTangible_EG_A12V001.docx	Herramienta para utilizar interfaces tangibles de usuario / EG_A12
--	--	----------------------------------	--

### Etapa de Implementación

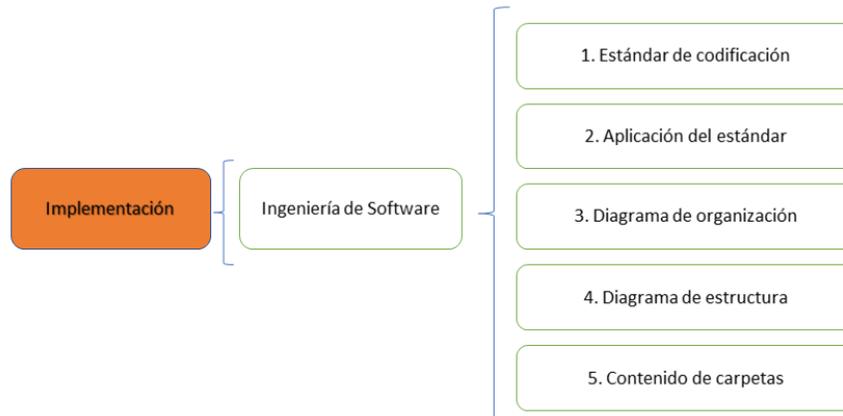
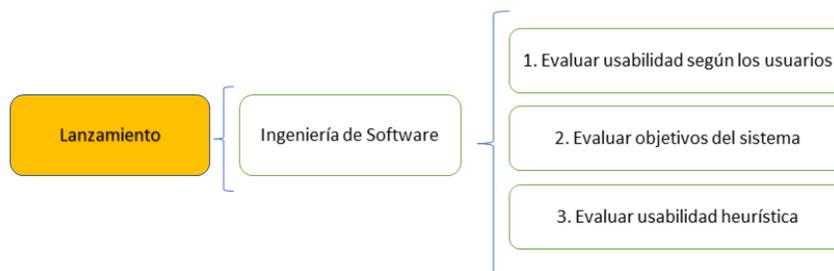


Figura 23. Metodología METUIGA versión 0 - Etapa Implementación modo gráfico

Tabla 18. Metodología METUIGA versión 0 – Etapa de implementación modo tabla. Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave
<b>1. Estándar de codificación</b>	Identificar un estándar de codificación para la programación del sistema	EstandarCodificacion_EN_A1V001.docx	Información sobre el estándar seleccionado / EN_A1
<b>2. Aplicación del estándar</b>	Aplicar el estándar de codificación seleccionado	AplicacionEstandar_EN_A2V001.docx	Muestras del uso del estándar de codificación en el código / EN_A2
<b>3. Diagrama de organización</b>	Diseñar un diagrama de organización de los componentes y módulos en el sistema	Organizacion_EN_A3V001.docx	Diagrama de organización de componentes y módulos / EN_A3
<b>4. Diagrama de estructura</b>	Diseñar un diagrama de estructura de directorios y archivos finales del sistema	Estructura_EN_A4V001.docx	Diagrama de estructuras de directorios y archivos finales, Tabla con información del contenido de las carpetas / EN_A4
<b>5. Contenido de carpetas</b>	Construir una tabla de Información de contenido de carpetas del sistema		

## Etapa Lanzamiento



**Figura 24.** Metodología METUIGA versión 0 - Etapa de Lanzamiento modo gráfico. Fuente: Creación propia.

**Tabla 19.** Metodología METUIGA versión 0 – Etapa de Lanzamiento modo tabla. Fuente: Creación propia.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Producto/Clave</b>
<b>1. Evaluar usabilidad según los usuarios</b>	Medir la usabilidad del sistema según los usuarios utilizando el instrumento “System Usability Scale (SUS)”	SUS_EV_A3.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A3
<b>2. Evaluar objetivos del sistema</b>	Evaluar el cumplimiento de los objetivos del sistema utilizando el instrumento “Light MECPDS”	EvaluacionObjetivos_EV_A2.docx	Documento con el método a aplicar Resultado de métodos aplicado /EV_A2
<b>3. Evaluar usabilidad heurística</b>	Medir la usabilidad del Sistema de forma heurística utilizando el instrumento “Heuristic Evaluation - A System Checklist”	UsabilidadHeuristica_EV_A1.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A1

### 5.2 Versión 1 – Iteración 1 - Caso de estudio “GeoTang”: Software para la enseñanza de figuras geométricas utilizando interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para usuarios ciegos

Como bien se ha mencionado, la presente investigación tuvo como objetivo realizar dos prototipos siguiendo la metodología METUIGA, donde cada uno de ellos aborde temas educativos para ayudar en el aprendizaje de niños ciegos. En esta primera sección podrá encontrar la descripción de la aplicación de la metodología METUIGA en su primera iteración la cual es llamada “GeoTang”.

El primer caso de estudio consiste en la creación de un prototipo para enseñar conceptos básicos de geometría a niños ciegos de educación básica debido a que según (Núñez, 2017) la geometría contribuye fuertemente al desarrollo de las capacidades de organización y orientación espacial del alumno ciego.

Se ha desarrollado una aplicación la cual está conectada a una interfaz tangible y utiliza un sistema de seguimiento. Ha sido desarrollada con el objetivo de permitir al niño aprender sobre objetos geométricos (Triángulo, Rectángulo, Cuadrado, Circulo, Pentágono, Hexágono, Rombo, Ovalo, Rectángulo) los cuales están disponibles en la aplicación y son identificados por medio de su marcador correspondiente.

El niño puede interactuar con la aplicación utilizando la interfaz tangible y recibiendo retroalimentación por vía auditiva. Él tiene dos opciones, en la primera puede colocar los objetos en el acrílico y recibirá retroalimentación del objeto que vaya poniendo, en la segunda opción se le realizan preguntas en forma de adivinanzas para que responda poniendo la figura que el considere es a la que nos estamos refiriendo. También se agregaron sonidos para indicar cuando conteste correcta o erróneamente, así como mecánicas y dinámicas de gamificación sugeridas por la metodología.

Las siguientes preguntas son las que el niño debe responder en caso de que decida utilizar la opción de jugar.

- Tengo 6 lados, todos iguales. ¿Quién soy?
- Tengo 4 lados, 2 cortos y 2 más largos. ¿Quién soy?
- Tengo 3 lados, todos son iguales. ¿Quién soy?
- Tengo 6 lados diferentes. ¿Quién soy?
- Soy gordo y redondo. ¿Quién soy?
- Soy largo como un edificio. ¿Quién soy?
- Parezco cuadrado pero hueco estoy. ¿Quién soy?
- No tengo 4, ni 5. Tengo la mitad de 6 lados. ¿Quién soy?

A continuación, se muestran los avances conseguidos en la construcción del software siguiendo la metodología METUIGA (ver Figura 25).

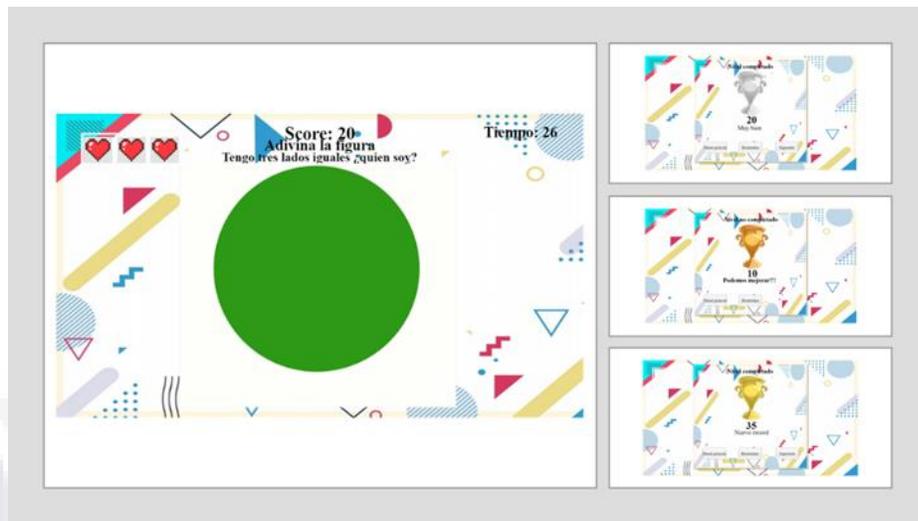


Figura 25. Aplicación para la enseñanza de figuras geométricas. Fuente: Creación propia.

### 5.2.1 Aplicación de la etapa de requerimientos en el caso de estudio “GeoTang”

En las siguientes tablas se puede apreciar el registro de los productos generados durante la etapa de requerimientos.

Tabla 20. Resultados de la Etapa de Requerimientos-Iteración1-Productos. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Variables de trabajo	Ver Anexo 3 ER_A1-1  ER_A1-1.docx	 Variables_ER_A1V001.docx
Lista de los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar	Ver Anexo 3 ER_A2-1  ER_A2-1.docx	 Requerimientos_ER_A2V001.docx
Características de gamificación del proyecto	Ver Anexo 3 ER_A3-1  ER_A3-1.docx	 Características_ER_A3V001.docx
Lista de casos de uso y actores del sistema	Ver Anexo 3 ER_A4-1  ER_A4-1.docx	 Casodeuso_ER_A4V001.docx

<p>Una lista de requisitos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario</p>	<p>Ver Anexo 3 ER_A5-1</p>  <p>ER_A5-1.docx</p>	 <p>RequerimientosFuncionales_ER_A5V001.do</p>
--	--	---

La versión Final de la etapa de requerimientos en su primera iteración es la siguiente:

Tabla 21. Etapa requerimientos en su versión final de la iteración 1. Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave	Referencias
<p><b>1. Variables de trabajo</b></p>	<p>1.- Entrevistar a los usuarios finales de la aplicación para conocer las necesidades del sistema</p>	<p>Entrevista_ER_A1V001.docx</p>	<p>Variables de trabajo / ER_A1</p>	<p>(International Organization For Standardization, 1998)</p>
<p><b>2. Requerimientos</b></p>	<p>2.- Identificar los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar</p>	<p>Requerimientos_ER_A2V001.docx</p>	<p>Lista de los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar/ER_A2</p>	<p>(Bevan &amp; Curson, 1999) (Monferrer Agut, 2000)</p>
<p><b>3. Características</b></p>	<p>3.- Identificar las características de gamificación del proyecto</p>	<p>Caracteristicas_ER_A3V001.docx</p>	<p>Características de gamificación del proyecto/ER_A3</p>	<p>(Pressman, 2005)</p>
<p><b>4. Casos de uso y actores involucrados</b></p>	<p>4.- Generación del caso de uso general y actores involucrados en el sistema.</p>	<p>CasoDeUso_ER_A4V001.docx</p>	<p>Lista de casos de uso y actores del sistema / ER_A4</p>	<p>(Larman, 1999) (Ian Sommerville, 1997)</p>
<p><b>5. Requisitos de usuario</b></p>	<p>5.- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales  6.- Identificar los requisitos de las interfaces de usuario</p>	<p>RequerimientosFuncionales_ER_V5001.docx</p>	<p>Lista de requisitos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario / ER_A5</p>	<p>(G. Méndez, 2005)</p>

**5.2.2 Aplicación de la etapa de diseño en el caso de estudio “GeoTang”**

En las siguientes tablas se puede apreciar el registro de los productos generados durante la etapa de Diseño.

**Tabla 22.** Resultados de la Etapa de Diseño-Iteración1-Productos. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Tabla de desafíos y misiones	Ver Anexo 3 EG_A1  EG_A1-1.docx	 DesafiosyMisiones_E G_A1V001.docx
Lista de las misiones comunes, individuales y colectivas	Ver Anexo 3 EG_A2-1  EG_A2-1.docx	 ClasificarMisiones_EG _A2V001.docx
Diagrama de la estructura de gamificación	Ver Anexo 3 EG_A3-1  EG_A3-1.docx	 EstructuraDeGamifica cion_EG_A3V001.docx
Propuesta del avatar para el sistema	Ver Anexo 3 EG_A4-1  EG_A4-1.docx	 InterfazDelAvatar_EG_ A4V001.docx
Lista de diagramas de clases	Ver Anexo 3 EG_A5-1  EG_A5-1.docx	 DiagramasClase_EG_ A5V001.docx
Lista de diseños dinámico del flujo del sistema	Ver Anexo 3 EG_A6-1  EG_A6-1.docx	 DiagramasFlujo_EG_A 6V001.docx
Lista de diseños estáticos de las interfaces de usuario	Ver Anexo 3 EG_A7-1  EG_A7-1.docx	 DiseñosEstaticos_EG_ A7V001.docx
Lista de los diseños dinámicos de las interfaces de usuario	Ver Anexo 3 EG_A8-1  EG_A8-1.docx	 DiseñosDinamicos_E G_A8V001.docx
Diseño inicial de la base de datos del sistema	Ver Anexo 3 EG_A9-1  EG_A9-1.docx	 BaseDatos_EG_A9V00 1.docx
Propuesta del diseño de seguridad de base de datos del sistema	Ver Anexo 3 EG_A10-1  EG_A10-1.docx	 SeguridadBD_EG_A10 V001.docx

<p><b>Lista de los diseños de los objetos tangibles</b></p>	<p><b>Ver Anexo 3 EG_A11-1</b></p>  <p>EG_A11-1.docx</p>	 <p>ObjetosTangibles_EG_A11V001.docx</p>
---	---	---

La versión Final de la etapa de diseño en su primera iteración es la siguiente:

**Tabla 23.** Etapa Diseño en su versión final de la iteración 1. Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave	Referencias
<b>1.Desafíos y misiones</b>	Identificar los desafíos y misiones a implementar en el sistema gamificado	DesafiosyMisiones_EG_A1V001.docx	Tabla de desafíos y misiones / EG_A1	(Pressman, 2005)  (Ian Sommerville, 1997)
<b>2. Clasificación de misiones</b>	Clasificar las misiones comunes, individuales y colectivas	ClasificarMisiones_EG_A2V001.docx	Lista de las misiones comunes, individuales y colectivas / EG_A2	(Zichermann & Cunningham, 2011)  (Lozano et al., 2018)
<b>3. Estructura de gamificación</b>	Diseñar la Estructura de gamificación del sistema	EstructuraDeGamificacion_EG_A3V001.docx	Diagrama de la estructura de gamificación / EG_A3	(Shaer & Jacob, 2009)
<b>4. Avatar del sistema</b>	Diseñar la interfaz de un avatar para el sistema	InterfazDelAvatar_EG_A4V001.docx	Propuesta del avatar para el sistema / EG_A4	(Muñeton et al., 2007)
<b>5. Diagramas de clase</b>	Diseñar los diagramas de clase del sistema	DiagramasClase_EG_A5V001.docx	Lista de diagramas de clases / EG_A5	(Vidal et al., 2014)  (Manene, 2013)
<b>6. Diagramas de flujo</b>	Diseñar los diagramas dinámicos del flujo del sistema	DiagramasFlujo_EG_A6V001.docx	Lista de diseños dinámico del flujo del sistema / EG_A6	(Mena Esquivias et al., 2003)
<b>7. Diseños estáticos de interfaces</b>	Construir los diseños estáticos de las interfaces involucrando a los usuarios finales y considerando las mecánicas y dinámicas a implementar	DiseñosEstaticos_EG_A7V001.docx	Lista de diseños estáticos de las interfaces de usuario / EG_A7	(Gallego Durán et al., 2014)  (Chorney, 2012)
<b>8. Diseños dinámicos de interfaces</b>	Construir los diseños dinámicos de las interfaces involucrando a los usuarios finales	DiseñosDinamicos_EG_A8V001.docx	Lista de los diseños dinámicos de las interfaces de usuario / EG_A8	(Gabarron et al., 2013)
<b>9. Construcción de la base de datos</b>	Realizar el modelado y construcción del diseño de base de datos	BaseDatos_EG_A9V001.docx	Diseño inicial de la base de datos del sistema / EG_A9	(Kiryakova et al., 2014)
<b>10. Diseño de seguridad de base de datos</b>	Realizar el diseño de seguridad de la base de datos	SeguridadBD_EG_A10V001.docx	Propuesta del diseño de seguridad de base	

			de datos del sistema / EG_A10	
<b>11. Clasificación de objetos tangibles</b>	Diseñar y clasificar los objetos tangibles considerando la información de las interfaces diseñadas	ObjetosTangibles_EG_A11V001.docx	Lista de los diseños de los objetos tangibles / EG_A11	
<b>12. Construcción de interfaz tangible</b>	Diseñar y construir la interfaz tangible en base a las recomendaciones de la metodología	InterfazTangible_EG_A12V001.docx	Herramienta para utilizar interfaces tangibles de usuario / EG_A12	

### 5.2.3 Aplicación de etapa de implementación en el caso de estudio “GeoTang”

En las siguientes tablas se puede apreciar el registro de los productos generados durante la etapa de Implementación.

Tabla 24. Resultados de la etapa de Implementación-Iteración1-Productos. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Información sobre el estándar seleccionado	Ver Anexo 3 EN_A1-1  EN_A1-1.docx	 EstandarCodificacion_EN_A1V001.docx
Muestras del uso del estándar de codificación en el código	Ver Anexo 3 EN_A2-1  EN_A2-1.docx	 AplicacionEstandar_EN_A2V001.docx
Diagrama de organización de componentes y módulos	Ver Anexo 3 EN_A3-1  EN_A3-1.docx	 Organizacion_EN_A3V001.docx
Diagrama de estructuras de directorios y archivos finales, Tabla con información del contenido de las carpetas	Ver Anexo 3 EN_A4-1  EN_A4-1.docx	 Estructura_EN_A4V001.docx

La versión Final de la etapa de implementación en su primera iteración es la siguiente:

**Tabla 25.** Etapa de Implementación en su versión final de la iteración 1. Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave	Referencias
<b>1. Estándar de codificación</b>	Identificar un estándar de codificación para la programación del sistema	EstandarCodificacion_EN_A1V001.docx	Información sobre el estándar seleccionado / EN_A1	(Pressman, 2005)
<b>2. Aplicación del estándar</b>	Aplicar el estándar de codificación seleccionado	AplicacionEstandar_EN_A2V001.docx	Muestras del uso del estándar de codificación en el código / EN_A2	(Ian Sommerville, 1997)
<b>3. Diagrama de organización</b>	Diseñar un diagrama de organización de los componentes y módulos en el sistema	Organizacion_EN_A3V001.docx	Diagrama de organización de componentes y módulos / EN_A3	(Letelier Torres, 2002)
<b>4. Diagrama de estructura</b>	Diseñar un diagrama de estructura de directorios y archivos finales del sistema	Estructura_EN_A4V001.docx	Diagrama de estructuras de directorios y archivos finales, Tabla con información del contenido de las carpetas / EN_A4	(Grau & Segura, 2008)
<b>5. Contenido de carpetas</b>	Construir una tabla de Información de contenido de carpetas del sistema			(i Saltiveri, 2004)

### 5.2.4 Aplicación de la etapa de lanzamiento en el caso de estudio “GeoTang”

En las siguientes tablas se puede apreciar el registro de los productos generados durante la etapa de Lanzamiento.

**Tabla 26.** Resultados de la etapa de Lanzamiento-Iteración1-Productos. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Test heurístico de usabilidad	Ver Anexo 3 EV_A1  EV_A1-1.docx	 UsabilidadHeuristica_EV_A1.docx
Evaluación de objetivos	Ver Anexo 3 EV_A2  EV_A2-1.docx	 EvaluacionObjetivos_EV_A2.docx
Test de usabilidad	Ver Anexo 3 EV_A3  EV_A3-1.docx	 SUS_VERDE_A3.docx

La versión Final de la etapa de Lanzamiento en su primera iteración es la siguiente:

**Tabla 27.** Etapa de Lanzamiento en su versión final de la iteración 1. Fuente: Creación propia.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Producto/Clave</b>	<b>Referencia</b>
<b>1. Evaluar usabilidad según los usuarios</b>	Medir la usabilidad del sistema según los usuarios utilizando el instrumento "System Usability Scale (SUS)"	SUS_EV_A3.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A3	(Brooke, 2018)  (Brooke, 1996)
<b>2. Evaluar objetivos del sistema</b>	Evaluar el cumplimiento de los objetivos del sistema utilizando el instrumento "Light MECPDS"	EvaluacionObjetivos_EV_A2.docx	Documento con el método a aplicar Resultado de métodos aplicado /EV_A2	(Pino et al., 2006)
<b>3. Evaluar usabilidad heurística</b>	Medir la usabilidad del Sistema de forma heurística utilizando el instrumento "Heuristic Evaluation - A System Checklist"	UsabilidadHeuristica_EV_A1.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A1	(NIELSEN, 1993)  (Pierotti, 1995)

### 5.3 Versión 2 de Metodología METUIGA

La versión 2 de la metodología METUIGA fue la siguiente: Se ve un cambio en el diseño de la metodología en relación con su versión 1 mostrando una relación más directa del usuario en las etapas principales de desarrollo (Requerimientos, Diseño, Implementación, Evaluación). Además, se incluyen las actividades de interfaces tangibles de usuario y gamificación dentro de las etapas de Requerimiento y Diseño, así como la eliminación de la etapa de Lanzamiento y su sustitución por la etapa de evaluación con el objetivo de lograr una metodología más ágil.

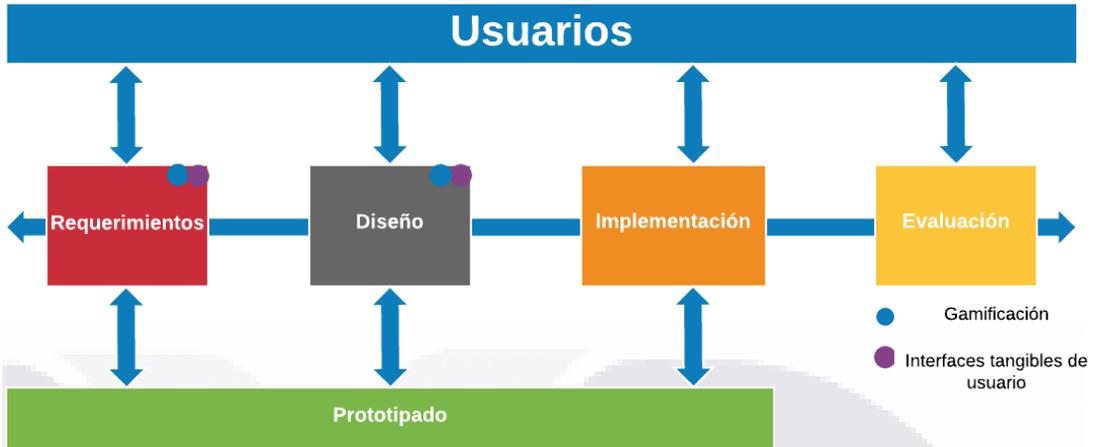


Figura 26. Metodología METUIGA versión 1. Fuente: Creación propia.

Donde las etapas están compuestas por lo siguiente:

### Etapa de Requerimientos

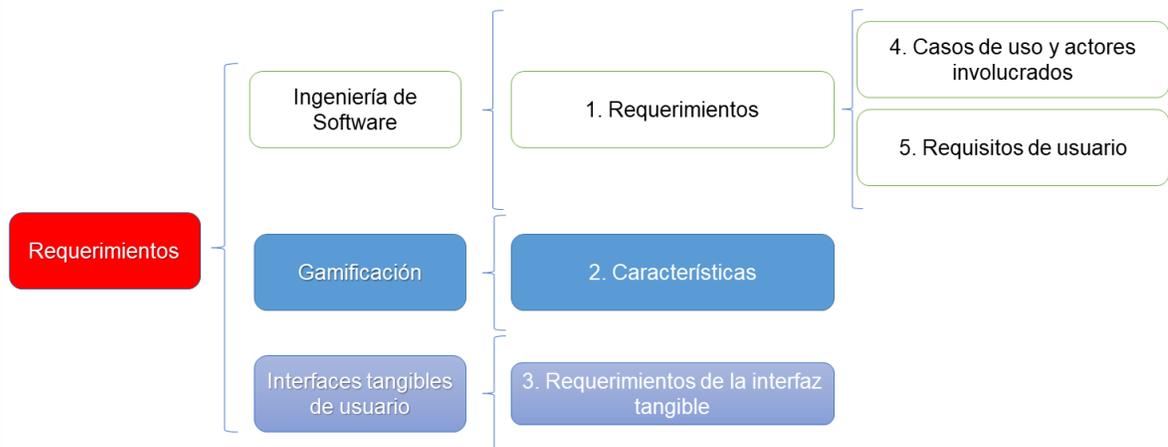


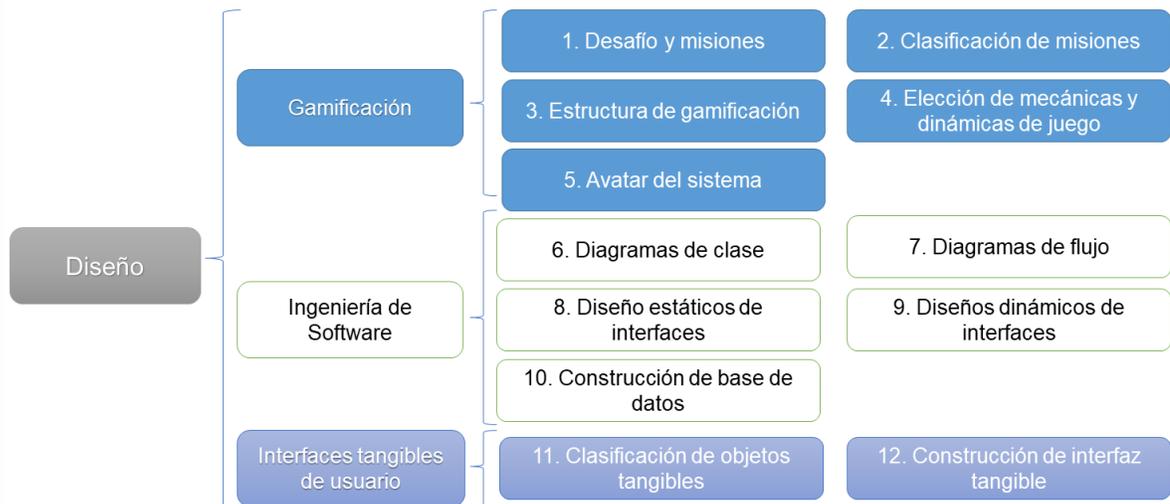
Figura 27. Metodología METUIGA versión 2 Etapa Requerimientos modo gráfico

Tabla 28. Metodología METUIGA versión 2 – Etapa de Requerimientos modo tabla.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave
1. Requerimientos	1.- Identificar los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar en conjunto con los futuros usuarios	Requerimientos_ER_A1V001.docx	Lista de los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar/ER_A1

<b>2. Características</b>	2.- Identificar las características de gamificación del proyecto	Caracteristicas_ER_A2V001.docx	Características de gamificación del proyecto/ER_A2
<b>3. Requerimientos de la interfaz tangible</b>	3.- Identificar las herramientas necesarias para la construcción de una interfaz tangible	CaracteristicasInterfazTangible_ER_A3V001.docx	Herramientas para una interfaz tangible/ER_A3
<b>4. Casos de uso y actores involucrados</b>	4.- Generación del caso de uso general y actores involucrados en el sistema.	CasoDeUso_ER_A4V001.docx	Lista de casos de uso y actores del sistema / ER_A4
<b>5. Requisitos de usuario</b>	5.- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales  6.- Identificar los requisitos de las interfaces de usuario	RequerimientosFuncionales_ER_V5001.docx	Lista de requisitos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario / ER_A5

**Etapas de Diseño**



**Figura 28.** Metodología METUIGA versión 2 - Etapa de Diseño modo gráfico

**Tabla 29.** Metodología METUIGA versión 2 – Etapa de Diseño modo tabla.

<b>Etapas</b>	<b>Actividad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Producto/Clave</b>
<b>1.Desafíos y misiones</b>	Identificar los desafíos y misiones a implementar en el sistema gamificado	DesafiosyMisiones_EG_A1V001.docx	Tabla de desafíos y misiones / EG_A1
<b>2. Clasificación de misiones</b>	Clasificar las misiones comunes, individuales y colectivas	ClasificarMisiones_EG_A2V001.docx	Lista de las misiones comunes, individuales y colectivas / EG_A2

<b>3. Estructura de gamificación</b>	Diseñar la Estructura de gamificación del sistema	EstructuraDe Gamificacion_EG_A3V001.docx	Diagrama de la estructura de gamificación / EG_A3
<b>4. Elección de mecánicas y dinámicas de juego</b>	Seleccionar las mecánicas y dinámicas que se implementaran en el sistema gamificado	MecanicasDinamicas_EG_A4V001.docx	Lista de las mecánicas y dinámicas a implementar en el sistema gamificado
<b>5. Avatar del sistema</b>	Diseñar la interfaz de un avatar para el sistema	InterfazDelAvatar_EG_A5V001.docx	Propuesta del avatar para el sistema / EG_A5
<b>6. Diagramas de clase</b>	Diseñar los diagramas de clase del sistema	DiagramasClase_EG_A6V001.docx	Lista de diagramas de clases / EG_A6
<b>7. Diagramas de flujo</b>	Diseñar los diagramas dinámicos del flujo del sistema	DiagramasFlujo_EG_A7V001.docx	Lista de diseños dinámico del flujo del sistema / EG_A7
<b>8. Diseños estáticos de interfaces</b>	Construir los diseños estáticos de las interfaces involucrando a los usuarios finales y considerando las mecánicas y dinámicas a implementar	DiseñosEstaticos_EG_A8V001.docx	Lista de diseños estáticos de las interfaces de usuario / EG_A8
<b>9. Diseños dinámicos de interfaces</b>	Construir los diseños dinámicos de las interfaces involucrando a los usuarios finales	DiseñosDinamicos_EG_A9V001.docx	Lista de los diseños dinámicos de las interfaces de usuario / EG_A9
<b>10. Construcción de la base de datos</b>	Realizar el modelado y construcción del diseño de base de datos	BaseDatos_EG_A10V001.docx	Diseño inicial de la base de datos del sistema / EG_A10
<b>11. Clasificación de objetos tangibles</b>	Diseñar y clasificar los objetos tangibles considerando la información de las interfaces diseñadas	ObjetosTangibles_EG_A11V001.docx	Lista de los diseños de los objetos tangibles / EG_A11
<b>12. Construcción de interfaz tangible</b>	Diseñar y construir la interfaz tangible en base a las recomendaciones de la metodología	InterfazTangible_EG_A12V001.docx	Herramienta para utilizar interfaces tangibles de usuario / EG_A12

## Etapa de Implementación

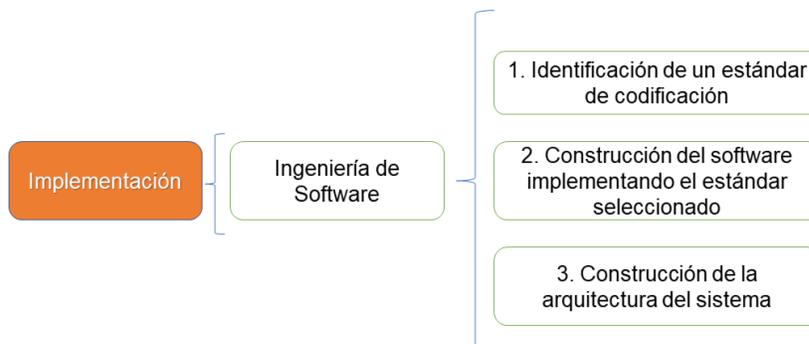


Figura 29. Metodología METUIGA versión 2 - Etapa Implementación modo gráfico

Tabla 30. Metodología METUIGA versión 2 – Etapa de implementación modo tabla.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave
<b>1. Estándar de codificación</b>	Identificar un estándar de codificación para la programación del sistema	EstandarCodificacion_EN_A1V001.docx	Información sobre el estándar seleccionado / EN_A1
<b>2. Construcción del software implementando el estándar seleccionado</b>	Programar el software en base a los diseños creados anteriormente implementando el estándar seleccionado	AplicacionEstandar_EN_A2V001.docx	Muestras del sistema programado / EN_A2
<b>3. Construcción de la arquitectura del sistema</b>	Diseñar la arquitectura del sistema desarrollado.	Organizacion_EN_A3V001.docx	Diagrama de la arquitectura del sistema / EN_A3

## Etapa Evaluación

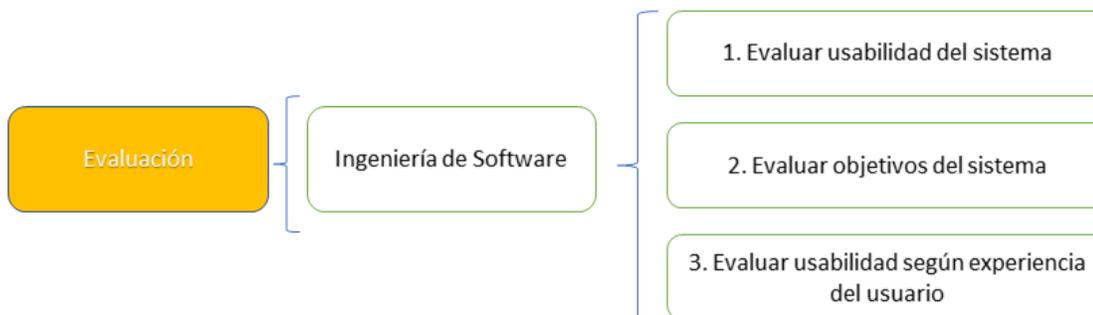


Figura 30. Metodología METUIGA versión 2 - Etapa de Evaluación modo gráfico. Fuente: Creación propia.

**Tabla 31.** Metodología METUIGA versión 2 – Etapa de Evaluación modo tabla. Fuente: Creación propia.

<b>Etapas</b>	<b>Actividad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Producto/Clave</b>
<b>1. Evaluar usabilidad según los usuarios</b>	Medir la usabilidad del sistema según los usuarios utilizando el instrumento "System Usability Scale (SUS)"	SUS_EV_A3.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A3
<b>2. Evaluar objetivos del sistema</b>	Evaluar el cumplimiento de los objetivos del sistema utilizando el instrumento "Light MECPDS"	EvaluacionObjetivos_EV_A2.docx	Documento con el método a aplicar Resultado de métodos aplicado /EV_A2
<b>3. Evaluar usabilidad según las experiencias de los usuarios</b>	Evaluar la usabilidad del sistema utilizando el método "Pensando en voz alta"	UsabilidadPVA_EV_A3.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A3

#### **5.4 Versión 2 – Iteración 2 - Caso de estudio "Porciones Tangibles": Software para la enseñanza de fracciones matemáticas utilizando interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para usuarios ciegos**

El segundo caso de estudio consistió en la creación de una aplicación para enseñar conceptos de porciones matemáticas básicas debido a que uno de los conceptos que presenta dificultades para su comprensión en alumnos ciegos es el de número racional. "Los números racionales se crearon en el intento de resolver problemas que no podían ser resueltos utilizando números naturales" (Rojas, 2017).

Se ha desarrollado una aplicación la cual está conectada a una interfaz tangible y utiliza un sistema de seguimiento. Ha sido desarrollada con el objetivo de permitir al niño aprender sobre porciones matemáticas. Las cuales están disponibles en la aplicación y son identificadas por medio de su marcador correspondiente.

La interacción con el sistema es bastante simple ya que el niño solo tiene que tomar literalmente el objeto y ponerlo sobre la mesa dependiendo de la actividad, posteriormente recibirá retroalimentación vía audio relacionada con su desempeño.

La aplicación consta de una actividad principal, en la cual se le preguntan diferentes fracciones las cuales van aumentando de dificultad conforme va acertando, una vez que el niño identifica la respuesta y coloca el objeto que él

considera correcto sobre la interfaz tangible el sistema evalúa su respuesta y le comunica su resultado.

Las siguientes preguntas son las que el niño debe responder cuando está utilizando esta actividad.

- Con que figura representas  $\frac{1}{2}$  de un círculo
- Con que figura representas  $\frac{1}{3}$  de un círculo
- Con que figura representas  $\frac{1}{4}$  de un círculo
- Con que figura representas  $\frac{2}{3}$  de un círculo
- Con que figura representas  $\frac{2}{4}$  de un círculo
- Con que figura representas  $\frac{3}{4}$  de un círculo
- Con que figura representas un entero de un círculo
- Con que figura representas un entero y un tercio de un círculo

A continuación, se muestran los avances conseguidos hasta el momento en la construcción del software y la interfaz tangible siguiendo la metodología METUIGA.



Figura 31. Pantalla principal de la aplicación. Fuente: Creación propia.



Figura 32. Implementación de técnicas de gamificación (colección de medallas). Fuente: Creación propia.

### 5.4.1 Aplicación de la etapa de requerimientos en el caso de estudio “Porciones Tangibles”

En las siguientes tablas se puede apreciar el registro de los productos generados durante la etapa de requerimientos.

**Tabla 32.** Resultados de la etapa de Requerimientos-Iteración2-Productos. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Lista de los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar	Ver Anexo 4 ER_A1-2  ER_A1-2.docx	 Requerimientos_ER_A1V001.docx
Características de gamificación del proyecto	Ver Anexo 4 ER_A2-2  ER_A2-2.docx	 Características_ER_A2V001.docx
	Ver Anexo 4 ER_A3-2  ER_A3-2.docx	 HerramientasTangibles_ER_A3V001.docx
Lista de casos de uso y actores del sistema	Ver Anexo 4 ER_A4-2  ER_A4-2.docx	 Casodeuso_ER_A4V001.docx
Una lista de requisitos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario	Ver Anexo 4 ER_A5-2  ER_A5-2.docx	 RequerimientosFuncionales_ER_A5V001.docx

La versión Final de la etapa de requerimientos en su segunda iteración es la siguiente:

**Tabla 33.** Etapa de Requerimientos en su versión final de la iteración 2. Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave	Referencias
1. Requerimientos	1.- Identificar los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar en conjunto con los futuros usuarios	Requerimientos_ER_A1V001.docx	Lista de los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar/ER_A1	(International Organization For Standardization, 1998)
2. Características	2.- Identificar las características de	Características_ER_A2V001.docx	Características de gamificación	(Bevan & Curson, 1999)

	gamificación del proyecto		del proyecto/ER_A2	(Monferrer Agut, 2000)
<b>3. Requerimientos de la interfaz tangible</b>	3.- Identificar las herramientas necesarias para la construcción de una interfaz tangible	CaracterísticasInterfazTangible_ER_A3 V001.docx	Herramientas para una interfaz tangible/ER_A3	(Pressman, 2005)
<b>4. Casos de uso y actores involucrados</b>	4.- Generación del caso de uso general y actores involucrados en el sistema.	CasoDeUso_ER_A4V001.docx	Lista de casos de uso y actores del sistema / ER_A4	(Larman, 1999)
<b>5. Requisitos de usuario</b>	5.- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales  6.- Identificar los requisitos de las interfaces de usuario	RequerimientosFuncionales_ER_A5V001.docx	Lista de requisitos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario / ER_A5	(Ian Sommerville, 1997)  (G. Méndez, 2005)

### 5.4.2 Aplicación de la etapa de diseño en el caso de estudio “Porciones Tangibles”

En las siguientes tablas se puede apreciar el registro de los productos generados durante la etapa de Diseño.

Tabla 34. Resultados de la Etapa de Diseño-Iteración2-Productos. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Tabla de desafíos y misiones	Ver Anexo 4 EG_A1-2  EG_A1-2.docx	 DesafiosyMisiones_EG_A1V001.docx
Lista de las misiones comunes, individuales y colectivas	Ver Anexo 4 EG_A2-2  EG_A2-2.docx	 ClasificarMisiones_EG_A2V001.docx
Diagrama de la estructura de gamificación	Ver Anexo 4 EG_A3-2  EG_A3-2.docx	 EstructuraDeGamificacion_EG_A3V001.docx
Lista de las mecánicas y dinámicas a implementar en el sistema gamificado	Ver Anexo 4 EG_A4-2  EG_A4-2.docx	 MecanicasDinamicas_EG_A4V001.docx

Propuesta del avatar para el sistema	Ver Anexo 4 EG_A5-2	 InterfazDelAvatar_EG_A5V001.docx
Lista de diagramas de clases	Ver Anexo 4 EG_A6-2  EG_A6-2.docx	 DiagramasClase_EG_A6V001.docx
Lista de diseños dinámico del flujo del sistema	Ver Anexo 4 EG_A7-2  EG_A7-2.docx	 DiagramasFlujo_EG_A7V001.docx
Lista de diseños estáticos de las interfaces de usuario	Ver Anexo 4 EG_A8-2  EG_A8-2.docx	 DiseñosEstaticos_EG_A8V001.docx
Lista de los diseños dinámicos de las interfaces de usuario	Ver Anexo 4 EG_A9-2  EG_A9-2.docx	 DiseñosDinamicos_EG_A9V001.docx
Diseño inicial de la base de datos del sistema	Ver Anexo 4 EG_A10-2  EG_A10-2.docx	 BaseDatos_EG_A10V001.docx
Lista de los diseños de los objetos tangibles	Ver Anexo 4 EG_A11-2  EG_A11-2.docx	 ObjetosTangibles_EG_A11V001.docx

La versión Final de la etapa de diseño en su segunda iteración es la siguiente:

**Tabla 35.** Etapa de Diseño en su versión final de la iteración 2. Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave	Referencias
<b>1.Desafíos y misiones</b>	Identificar los desafíos y misiones a implementar en el sistema gamificado	DesafiosyMisiones_EG_A1V001.docx	Tabla de desafíos y misiones / EG_A1	(Pressman, 2005)  (Ian Sommerville, 1997)
<b>2. Clasificación de misiones</b>	Clasificar las misiones comunes, individuales y colectivas	ClasificarMisiones_EG_A2V001.docx	Lista de las misiones comunes, individuales y colectivas / EG_A2	(Zichermann & Cunningham, 2011)  (Lozano et al., 2018)

<b>3. Estructura de gamificación</b>	Diseñar la Estructura de gamificación del sistema	EstructuraDeGamificacion_EG_A3V001.docx	Diagrama de la estructura de gamificación / EG_A3	(Shaer & Jacob, 2009)
<b>4. Elección de mecánicas y dinámicas de juego</b>	Seleccionar las mecánicas y dinámicas que se implementaran en el sistema gamificado	MecanicasDinamicas_EG_A4V001.docx	Lista de las mecánicas y dinámicas a implementar en el sistema gamificado	(Muñetón et al., 2007)  (Vidal et al., 2014)  (Manene, 2013)
<b>5. Avatar del sistema</b>	Diseñar la interfaz de un avatar para el sistema	InterfazDelAvatar_EG_A5V001.docx	Propuesta del avatar para el sistema / EG_A5	(Mena Esquivias et al., 2003)
<b>6. Diagramas de clase</b>	Diseñar los diagramas de clase del sistema	DiagramasClase_EG_A6V001.docx	Lista de diagramas de clases / EG_A6	(Gallego Durán et al., 2014)
<b>7. Diagramas de flujo</b>	Diseñar los diagramas dinámicos del flujo del sistema	DiagramasFlujo_EG_A7V001.docx	Lista de diseños dinámico del flujo del sistema / EG_A7	(Chorney, 2012)  (Gabarron et al., 2013)
<b>8. Diseños estáticos de interfaces</b>	Construir los diseños estáticos de las interfaces involucrando a los usuarios finales y considerando las mecánicas y dinámicas a implementar	DiseñosEstaticos_EG_A8V001.docx	Lista de diseños estáticos de las interfaces de usuario / EG_A8	(Kiryakova et al., 2014)
<b>9. Diseños dinámicos de interfaces</b>	Construir los diseños dinámicos de las interfaces involucrando a los usuarios finales	DiseñosDinamicos_EG_A9V001.docx	Lista de los diseños dinámicos de las interfaces de usuario / EG_A9	
<b>10. Construcción de la base de datos</b>	Realizar el modelado y construcción del diseño de base de datos	BaseDatos_EG_A10V001.docx	Diseño inicial de la base de datos del sistema / EG_A10	
<b>11. Clasificación de objetos tangibles</b>	Diseñar y clasificar los objetos tangibles considerando la información de las interfaces diseñadas	ObjetosTangibles_EG_A11V001.docx	Lista de los diseños de los objetos tangibles / EG_A11	
<b>12. Construcción de interfaz tangible</b>	Diseñar y construir la interfaz tangible en base a las recomendaciones de la metodología	InterfazTangible_EG_A12V001.docx	Herramienta para utilizar interfaces tangibles de usuario / EG_A12	

### 5.4.3 Aplicación de etapa de implementación en el caso de estudio “Porciones Tangibles”

En las siguientes tablas se puede apreciar el registro de los productos generados durante la etapa de Implementación.

**Tabla 36.** Resultados de la Etapa de Implementación-Iteración2-Productos. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Información sobre el estándar seleccionado	Ver Anexo 4 EN_A1-1*  EN_A1-1.docx	 EstandarCodificacion _EN_A1V001.docx
Muestras del sistema programado	Ver Anexo 4 EN_A2-2  EN_A2-2.docx	 AplicacionEstandar_E N_A2V001.docx
Diagrama de la arquitectura del sistema	Ver Anexo 4 EN_A3-2  EN_A3-2.docx	 ArquitecturaSistema_ EN_A3V001.docx

\*Se decidió utilizar el estándar seleccionado en la primera iteración.

La versión Final de la etapa de implementación en su segunda iteración es la siguiente:

**Tabla 37.** Etapa de Implementación en su versión final de la iteración 2. Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave	Referencias
<b>1. Estándar de codificación</b>	Identificar un estándar de codificación para la programación del sistema	EstandarCodificacion_EN_A1V001.docx	Información sobre el estándar seleccionado / EN_A1	(Pressman, 2005)
<b>2. Construcción del software implementando el estándar seleccionado</b>	Programar el software en base a los diseños creados anteriormente implementando el estándar seleccionado	AplicacionEstandar_EN_A2V001.docx	Muestras del sistema programado / EN_A2	(Ian Sommerville, 1997) (Letelier Torres, 2002)
<b>3. Construcción de la arquitectura del sistema</b>	Diseñar la arquitectura del sistema desarrollado.	Organizacion_EN_A3V001.docx	Diagrama de la arquitectura del sistema / EN_A3	(Grau & Segura, 2008) (i Saltiveri, 2004)

#### 5.4.4 Aplicación de la etapa de Evaluación en el caso de estudio “Porciones Tangibles”

En las siguientes tablas se puede apreciar el registro de los productos generados durante la etapa de Evaluación.

**Tabla 38.** Resultados de la etapa de Evaluación-Iteración2-Productos. Fuente: Creación propia.

Nombre Producto en Metodología	Clave de producto	Producto
Test de usabilidad	Ver Anexo 4 EV_A1-2	 UsabilidadHeuristica_EV_A1.docx
Evaluación de objetivos	Ver Anexo 4 EV_A2-2	 EvaluacionObjetivos_EV_A2.docx
Evaluar usabilidad según las experiencias de los usuarios	Ver Anexo 4 EV_A3-2	 PensandoVozAlta_EV_A3.docx

La versión Final de la etapa de Evaluación en su segunda iteración es la siguiente:

**Tabla 39.** Etapa de Evaluación en su versión final de la iteración 2. Fuente: Creación propia.

Etapa	Actividad	Herramienta	Producto/Clave	Referencia
<b>1. Evaluar usabilidad del sistema</b>	Medir la usabilidad del sistema según los usuarios utilizando el instrumento “System Usability Scale (SUS)”	SUS_EV_A1.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A1	(Brooke, 2018) (Brooke, 1996)
<b>2. Evaluar objetivos del sistema</b>	Evaluar el cumplimiento de los objetivos del sistema utilizando el instrumento “Light MECPDS”	EvaluacionObjetivos_EV_A.docx	Documento con el método a aplicar Resultado de métodos aplicado /EV_A2	(Pino et al., 2006)
<b>3. Evaluar usabilidad según las experiencias de los usuarios</b>	Evaluar la usabilidad del sistema utilizando el método “Pensando en voz alta”	UsabilidadPVA_EV_A3.docx	Documento con el método a aplicar Resultado del método aplicado / EV_A3	(NIELSEN, 1993) (Pierotti, 1995)

### 5.5 Versión 2 – Experimentación con la metodología - Caso de estudio “Emociones tangibles”: Software para la enseñanza de emociones básicas utilizando interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para niños autistas

METUIGA pretende ser una metodología capaz de producir software para todo tipo de usuarios sin importar el tipo de discapacidad. Se decidió realizar una experimentación utilizando la version 2 de la metodología para demostrar que el

software generado cumple con las características de interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación en una aplicación dirigida a otro tipo de usuario objetivo.

Las personas con Trastornos del Espectro Autista (TEA) tienen graves dificultades en las capacidades de comunicación e interacción social y flexibilidad conductual (American Psychiatric Association, 2009). Estas dificultades, que responden a expresiones variables de severidad, se relacionan con la existencia de barreras para el aprendizaje de estados mentales que traban la comprensión de la realidad desde la perspectiva de otra persona. Por ello, es importante desarrollar una enseñanza dirigida a ayudar a estas personas a adquirir las habilidades y destrezas pertinentes para alcanzar estas competencias con el objetivo de procurarles herramientas para disfrutar de una vida lo más normalizada posible (Lozano Martínez et al., 2012).

Este tercer caso de estudio consistió en la creación de una aplicación para el reconocimiento de emociones básicas para niños con TEA.

La aplicación consta de dos actividades principales, la primera actividad consiste en mostrarle las características principales de una u otra emoción. En la segunda actividad el niño recibe una pregunta relacionada a un evento social y con el apoyo de un adulto debe deducir que emoción sentiría al ocurrir el suceso, una vez que se decidió la emoción el niño debe tomar el objeto que corresponda a esa emoción y ponerlo en la interfaz tangible, posteriormente el sistema evaluará su respuesta y le otorga la retroalimentación correspondiente.

Las siguientes preguntas son las que el niño debe responder con ayuda de un adulto:

- Si ocurre algo bueno para nosotros ¿Qué emoción sentimos?
- Si ocurre algo malo para nosotros ¿Qué emoción sentimos?
- Si ocurre algo que nos asuste ¿Qué emoción sentimos?
- Si pasa una injusticia ¿Qué emoción sentimos?
- Si ocurre algo inesperado ¿Qué emoción sentimos?

A continuación, se muestran los avances conseguidos en la construcción del software y la interfaz tangible siguiendo la metodología METUIGA.



**Figura 33.** Interfaces graficas de la aplicación Emociones tangibles con elementos de gamificación. Fuente: Creación propia.

### 5.5.1 Aspectos para considerar en la construcción de la aplicación Emociones tangibles.

Debido a que la aplicación emociones tangibles está dirigida a un sector con características muy específicas, se consideraron modificaciones en el diseño de las interfaces y la aplicación en general. A continuación, se describen esos aspectos:

- Se opto por demostrar bastante colorido en la aplicación para hacer atractivas las interfaces y ayudar en la comprensión y asociación de las emociones basándonos en el diseño de juguetes inclusivos para niños autistas propuesto por (Martinez, 2019).
- La aplicación no ofrece algún tipo de estímulo auditivo debido a que El niño con autismo, no crece acostumbrado a un sonido firme y continuo y” no sintoniza con estos sonidos”, y algunas veces está más apto para tomar atención a cosas así. A veces registra un sonido más intensamente y otros sonidos pasan casi desapercibidos (Autismo Diario, 2008).

### 5.6 Elementos en común

Debido a que ambos prototipos fueron resultado de la misma metodología comparten elementos que son útiles para su funcionamiento los cuales se describen en la tabla 40:

**Tabla 40. Elementos en común en los casos de estudio. Fuente: Creación propia.**

Elemento	Descripción
<b>Sistema de seguimiento tangible</b>	<p>Para detectar y seguir los objetos se utilizó (Reactivation, 2020) el cual es un marco de visión de computadora multiplataforma de código abierto para el seguimiento rápido y robusto de marcadores fiduciales adheridos a objetos físicos, así como para el seguimiento de dedos multitáctil.</p> <p>Para la configuración del hardware para el sistema de seguimiento adoptamos la configuración sugerida por la metodología METUIGA (Fig. 26) que consta de un acrílico de 40 cm x 30 cm, una lámpara de 5v y para detectar los objetos montamos una cámara de alta definición marca Microsoft.</p> <p>Ver Anexo 5 “Elementos en común de los casos de estudio”</p>
<b>Figuras como objetivos tangibles</b>	<p>En ambos prototipos se utilizan figuras elaboradas de cartón las cuales representan diferentes elementos de los diferentes sistemas, debido a que para los estudiantes ciegos estos objetos transmiten diferentes formas. A cada figura se le asoció un marcador fiducial único en cada cara de cada objeto para identificarlo en cada sistema computacional.</p> <p>Ver Anexo 5 “Elementos en común de los casos de estudio”</p>

# 6 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE METUIGA

## CAPITULO 5

### RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION DE METUIGA

En este capítulo se exponen las mejoras obtenidas en cada iteración de la implementación de METUIGA, así como una evaluación al proceso de desarrollo.

**Sigue hambriento, sigue alocado.**

**Steve Jobs.**

#### 6.1 Resultados Generales

Como se ha mencionado anteriormente, para la creación de la metodología METUIGA se decidió tomar como base la metodología experimental a través de casos de estudio.

En este trabajo de investigación se considera como variable dependiente la metodología METUIGA y las variables independientes son los casos de estudio presentados, donde en cada uno de ellos se obtuvieron mejoras, las cuales encontrará especificadas en este capítulo.

Como resultado general y basándonos en los resultados que se obtuvieron en la etapa de evaluación de la metodología METUIGA se puede decir que gracias al seguimiento de la metodología en las dos iteraciones se logró obtener software con las características de Interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para usuarios ciegos.

## **6.2 Mejoras identificadas de versión 0 a versión 1 en la metodología METUIGA**

Conforme se fue aplicando la metodología METUIGA en el primer caso de estudio de la versión 0 a la versión 1, se encontraron una serie de mejoras que convertían el proceso de aplicación más fácil y eficiente, dichas mejoras son enumeradas en esta sección. Cabe mencionar que en este caso de estudio se trabajó con el tema educativo de figuras geométricas, Las mejoras incluidas de una versión a otra son:

1. Se asigna una clave a cada producto generado en las etapas toda la metodología METUIGA.
2. En la etapa de “requerimientos” se separa en las etapas de “Gamificación e ingeniería de software” para un mejor control sobre las características del futuro sistema a desarrollar.
3. La etapa de “Diseño” se separa en tres etapas “Gamificación”, “Ingeniería de software”, “interfaces tangibles”. Esto con el objetivo de identificar las características de gamificación que se van a diseñar en la de ingeniería de software.

## **6.3 Mejoras identificadas de versión 1 a versión 2 en la metodología METUIGA**

Conforme se fue aplicando la metodología METUIGA en su segunda iteración de la versión 1 a la versión 2, se encontraron una serie de mejoras que convertían el proceso de aplicación más fácil y eficiente, dichas mejoras son enumeradas en esta sección. Cabe mencionar que esta iteración se trabajó con el tema educativo de Fracciones. Las mejoras incluidas de una versión a otra son:

1. Se realiza una nueva versión de la metodología especificando la interacción de los usuarios con todas las etapas principales (Requerimientos, Diseño, Prototipado, Evaluación) mostrando un claro enfoque de ser una metodología centrada en el usuario.
2. En la etapa “Requerimientos” se elimina la etapa “Variables de trabajo” y se fusiona con la actividad “Requerimientos” esto debido a la interacción que

tendrá el usuario final desde el inicio del proyecto, además, se agrega una nueva etapa llamada Interfaces tangibles de usuario que contiene la etapa “requerimientos de las interfaces tangibles de usuario”, con el objetivo de identificar desde el inicio del proyecto las herramientas necesarias para la construcción de una interfaz tangible en un futuro.

3. En la etapa de diseño se decide eliminar la etapa de “Diseño de seguridad de base de datos” dejándole la responsabilidad al programador de utilizar el método que el considere más conveniente para la protección de los datos. Esto es debido a que cada programador puede idear su propio método de seguridad así que en caso de establecer uno desde esta etapa podría causar conflicto con los futuros programadores, además, se agregó la etapa “Elección de mecánicas y dinámicas de juego” debido a que en la iteración 1 se eligieron sin ningún instrumento con el cual se pueda tener un control a la hora de diseñar las interfaces sobre los elementos de gamificación (mecánicas y dinámicas) serán implementados.
4. En la etapa de implementación se eliminaron las etapas de “Diagrama de organización”, “Diagrama de estructura”, “Contenido de carpetas” y se remplazaron por la etapa de “Construcción de la arquitectura del sistema” con el objetivo de agilizar el proceso de la etapa de implementación y tener un diagrama general sobre el sistema desarrollado. Además, se renombro la etapa de “Aplicación del estándar” por “Construcción del software implementando el estándar seleccionado” para una mejor comprensión de la actividad a realizar.
5. Se renombra la etapa de “Lanzamiento” por “Evaluación” y se elimina la etapa de “evaluación Heurística de Nielsen” debido a que sus características están enfocadas para personas normo-visuales. En su lugar se agrega la etapa “Pensando en voz alta” el cual es un método de evaluación de usabilidad dirigido a personas ciegas.

## 6.4 Evaluación de la metodología METUIGA

Para la evaluación de la metodología METUIGA se decide utilizar un modelo elaborado por (Méndez & Garrido, 2006) el cual se define como un “Modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software”, dicho modelo busca el aseguramiento de calidad en el desarrollo del proyecto, la disminución o mitigación de los riesgos y la facilidad para definir los entregables de dicho proyecto.



**Figura 34.** Modelo de evaluación de una metodología. Fuente: Creación propia, basado en la investigación de (Méndez & Garrido, 2006)

El modelo propuesto por (Méndez & Garrido, 2006) consiste en tres etapas, la primera etapa es la identificación de variables en la evaluación de metodologías a ser utilizadas en el desarrollo de software.

Para el modelo propuesto emplearon los requisitos deseables propuestos por el autor Rafael Menéndez – Barzanalla Asensio los cuales también son utilizados en esta investigación, a continuación, se muestran las variables:

1. La metodología debe ajustarse a los objetivos.
2. La metodología debe cubrir el ciclo entero de desarrollo de software
3. La metodología debe integrarse las distintas fases del ciclo de desarrollo
4. La metodología debe incluir la realización de validaciones
5. La metodología debe soportar la determinación de la exactitud del sistema a tras del ciclo de desarrollo
6. La metodología debe ser la base de una comunicación efectiva
7. La metodología debe funcionar en un entorno dinámico orientado al usuario
8. La metodología debe especificarse en un entorno amplio de proyectos de software
9. La metodología debe poder emplearse en un entorno amplio de proyectos de software.
10. La metodología se debe poder enseñar
11. La metodología debe estar soportada por herramientas CASE
12. La metodología debe soportar la eventual evolución del sistema
13. La metodología debe contener actividades conducentes a mejorar el proceso de desarrollo de software.

Posterior a la elección de las variables de evaluación se realiza una encuesta con los involucrados en utilizar la metodología que permitirá ordenar o priorizar cada una de ellas dándole una ponderación en función a la importancia que los distintos involucrados con desarrollo de software le dan a cada una de estas características.

La encuesta está diseñada de manera que las personas puedan seleccionar el grado de importancia que le dan a cada una de las variables a través de la siguiente escala:

1. = Totalmente en desacuerdo
2. = Desacuerdo
3. = indeciso/neutral
4. = De acuerdo
5. = Totalmente de acuerdo

Esta escala a su vez es ponderada, de manera que se pueda obtener los resultados donde 5 es el 100%, 4 el 80%, 3 el 60%, 2 el 40% y el 1 el 10%. Por último, se realiza la matriz de evaluación de metodología, los pasos a seguir para la utilización de la matriz propuesto por (Méndez & Garrido, 2006) son los siguientes:

1. Identificar los factores claves de éxito
2. Asignar ponderación a cada factor calve de éxito
3. Se asignan fortaleza o debilidad a cada factor por competidor(metodología)
  - a. Debilidad grave = 1
  - b. Debilidad menor = 2
  - c. Fortaleza menor = 3
  - d. Fortaleza importante = 4
4. Calcular los resultados ponderados
5. Sumar resultados

Según los resultados obtenidos en el modelo elaborado por (Méndez & Garrido, 2006) los tres factores más importantes que deben existir en una metodología son:

1. La metodología debe integrar las distintas fases del ciclo de desarrollo.
2. La metodología debe cubrir el ciclo entero de desarrollo de software.
3. La metodología debe poder emplearse en un entorno amplio de proyectos de software.

### 6.4.1 Escenario de aplicación de la evaluación de la metodología METUIGA

Para la aplicación de la evaluación se procedió al uso de la metodología METUIGA por un tiempo de siete semanas por miembros del verano de investigación 2020 externos a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, los cuales llevan por nombre Uriel de Jesús Carbajal Morales y Leonardo Wenceslao Equihua Rodríguez.

A cada miembro se le permitió seleccionar un tema de interés en el desarrollo de personas ciegas o débiles visuales con el objetivo de generar una aplicación con características tangibles y de gamificación siguiendo la metodología METUIGA.

Al final de las siete semanas se obtuvieron dos aplicaciones con las características deseadas al seguir la metodología propuesta. (Interfaces Tangibles de usuario, Técnicas de Gamificación) y se les entrego el instrumento de evaluación propuesto por (Méndez & Garrido, 2006).

**Tabla 41.** Productos generados por los miembros del verano de investigación. Fuente: Creación propia.

Miembro	Tema de Aplicación	Descripción	Producto
<b>Uriel de Jesús Carbajal Morales</b>	Conocimiento espacial	Aplicación tangible con técnicas de gamificación compuesta por actividades para la enseñanza de temas espaciales (tiempo, espacio, movimiento)	<b>Ver anexo 7 “Aplicaciones generadas durante el verano de investigación”</b>
<b>Leonardo Wenceslao Equihua Rodríguez</b>	Lecto-escritura braille	Aplicación tangible con técnicas de gamificación compuesta por actividades para el reconocimiento del alfabeto braille, así como la escritura de diferentes palabras en este lenguaje.	

### 6.4.2 Resultados obtenidos

Al sumar los resultados ponderados en las encuestas realizadas a ambos alumnos, los seis primeros factores que se obtuvieron en mayor escala fueron los que a continuación se presentan:

**Tabla 42.** Seis primeros factores de éxito obtenidos en las encuestas. Fuente: Creación propia.

Factor	Puntuación
<b>La metodología debe funcionar en un entorno dinámico orientado en el usuario</b>	1.000
<b>La metodología se debe de poder enseñar</b>	1.000
<b>La metodología debe ajustarse a los objetivos</b>	0.900
<b>La metodología debe cubrir el ciclo entero de desarrollo de software</b>	0.900

La metodología debe especificar claramente los responsables de resultados	0.900
La metodología debe poder emplearse en un entorno amplio de proyectos de software	0.900

En ella se puede observar que, para las personas encuestadas, la prioridad dentro de una metodología de software debe ser que funcione en un entorno dinámico orientado en el usuario, que se pueda enseñar y ajustarse a los objetivos, Por otro lado, le dan importancia a cubrir el ciclo entero de desarrollo de software, así como especificar los responsables de los resultados, al mismo tiempo consideran que se debe poder emplear en un entorno amplio de proyectos de software.

Por último, se concluye que la metodología METUIGA satisface los factores de éxito con un puntaje general en cada una de las encuestas de 3.215 y 3.784 en un rango de 1 a 4, al mismo tiempo se observa que dentro de los factores con mayor puntuación se encuentran los tres más importantes expuestos por (E. Méndez & Garrido, 2006):

1. La metodología debe integrar las distintas fases del ciclo de desarrollo.
2. La metodología debe cubrir el ciclo entero de desarrollo de software.
3. La metodología debe poder emplearse en un entorno amplio de proyectos de software.

**Tabla 43.** Resultados generales obtenidos. Fuente: Creación propia.

Numero de Evaluación	Instrumento	Resultado general obtenido
1	Ver Anexo 6 Evaluación Metodología 1	3.215
2	Ver Anexo 6 Evaluación Metodología 2	3.784

# 7 CONCLUSIONES

## CAPITULO 6

**METODOLOGÍA PROPUESTA**

En este capítulo se describen las conclusiones del proyecto tal como son: objetivos alcanzados, proposiciones de la investigación, proposiciones futuras y trabajos que fueron publicados sobre la investigación.

**Todos nuestros sueños se pueden hacer realidad**

**Si tenemos el coraje de perseguirlos**

Walt Disney

### 7.1 Objetivos alcanzados

<p>Analizar métodos de investigación y metodologías usadas para diseñar metodologías que se enfoquen en desarrollar software interactivo utilizando interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas con ciegas.</p>	<p>Se realizó una investigación exhaustiva de metodologías, arquitecturas, principios y herramientas utilizadas en la bibliografía para producir software con las características de diseño centrado en el usuario, interfaces tangibles de usuario, técnicas de gamificación, discapacidad y personas ciegas; donde se analizaron los procesos que podrían ayudar a generar la metodología METUIGA, la cual mezclaría estos cinco términos.</p> <p>Dicho análisis lo puede encontrar en la sección 3.7 de este trabajo</p>
<p>Diseñar una metodología para producir software con características de diseño centrado en el usuario, interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas con ciegas.</p>	<p>Se diseñó la metodología de ingeniería de software METUIGA la cual genera un software que mezcla los términos de diseño centrado en el usuario, interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación.</p>

	<p>Dicha metodología la puede encontrar en la sección del capítulo 4 de este trabajo.</p> <p>Las ventajas de la metodología propuesta son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• METUIGA es la primera metodología de IS que genera software que mezcla las características de diseño centrado en el usuario, interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación.</li> <li>• METUIGA contiene la etapa usuario la cual permite involucrar al usuario final dentro de todas las etapas de desarrollo (Requerimientos, Diseño, Implementación, Evaluación, Prototipado).</li> <li>• Los dos softwares generados en las dos iteraciones de la aplicación de METUIGA mostraron características de Interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación.</li> <li>• Se demostró que pueden generarse sistemas para otros tipos de usuarios (No necesariamente personas ciegas)</li> </ul>
<p>Validar la metodología propuesta por medio de pruebas experimentales a través de casos de estudio con el fin de detectar y encontrar aspectos de mejora en el proceso de la metodología.</p>	<p>Se validó la funcionalidad de la metodología por medio de dos casos de estudio que funcionaron como variables independientes de las pruebas experimentales.</p> <p>Los cambios detectados para mejorar el proceso de la metodología los puede encontrar en la sección 6 de este trabajo.</p>
<p>Desarrollar sistemas computacionales siguiendo la metodología propuesta.</p>	<p>Se desarrollaron dos sistemas computacionales que cumplen con las</p>

	<p>características deseadas al seguir la metodología propuesta.</p> <p>El proceso de construcción de dichos sistemas lo puede encontrar en la sección 5 de este trabajo.</p>
<p>Evaluar la metodología propuesta a través del Modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software en dos equipos de desarrollo.</p>	<p>Se validó el proceso de la metodología propuesta por medio de un modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software, aplicado por estudiantes del verano de investigación obteniendo resultados positivos.</p> <p>Dicho análisis lo puede encontrar en la sección 6.4 de este trabajo.</p>

## 7.2 Respuestas de preguntas de investigación

<p>¿Qué elementos deberá tener una metodología para producir software con características de gamificación, interfaces tangibles de usuario, diseño centrado en el usuario, para personas ciegas?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Incluir al usuario en todo momento.</li> <li>-Etapas</li> <li>-Actividades</li> <li>-Técnicas o herramientas (para implementar interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación)</li> <li>-Prototipos</li> <li>-Evaluaciones</li> <li>-Definir el desarrollo de una interfaz tangible</li> </ul>
<p>¿Qué elementos pueden ser útiles y se usaran de los métodos de investigación y metodologías existentes para diseñar una metodología que se enfoque en desarrollar software basados en interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación para personas ciegas?</p>	<p>Los que pueden ser útiles se encuentran especificados en la sección 3.7 de este documento y los que se usaron en la sección 4.1 de este documento</p>
<p>Cuáles serán los aspectos de mejora encontrados por medio de la validación de la metodología por medio de pruebas experimentales?</p>	<p>Se encuentra especificado en la sección 6 Subsección 6.2 y 6.3</p>

¿Cuáles son los elementos para la implementación de la metodología propuesta en el proceso de desarrollo?	Se encuentra especificado en la sección 4 de este documento
¿Qué percepciones tienen los equipos de desarrollo del uso de la metodología propuesta?	Se encuentra especificado en la sección 6.4 de este documento

**7.3 Trabajos futuros**

Las propuestas que logro ver a futuro para este trabajo son las siguientes:

1. Seguir realizando iteraciones donde se realice la implementación de la metodología METUIGA con la inclusión de personas ciegas de grados escolares más avanzados con el fin de identificar posibles mejoras.
2. Verificar si los métodos utilizados para medir la usabilidad de los sistemas proporcionan resultados sobresalientes.
3. Verificar si otros componentes de la ingeniería de software, interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación podrían ayudar en la etapa de diseño.
4. Asignar validaciones del sistema con expertos, por ejemplo, educadores expertos en trabajar con personas ciegas.

**7.4 Limitaciones encontradas en la aplicación de la metodología**

- Debido a la contingencia mundial del 2020 (COVID-19) fue complicado el uso de las interfaces tangibles en usuarios ciegos para la aplicación de los instrumentos de usabilidad. Las pruebas de usabilidad realizadas durante esta investigación fueron con usuarios promedios y expertos temas de discapacidad o en los temas educativos presentados.
- Se encontró que en los productos generados la iluminación puede contrastar con la superficie de la interfaz tangible, ocasionando que la cámara no visualice los objetos de buena manera, la solución a este problema es corregir la iluminación cuando se detecte este fallo reajustándola hasta conseguir la vista deseada.

## **7.5 Productividad generada.**

A continuación, se exponen brevemente los trabajos generados durante el periodo de investigación de este trabajó.

### **7.5.1 Trabajo 1- HCI INTERNATIONAL 2020**

El artículo publicado se encuentra registrado en la página 229 del libro “Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Practice” correspondiente a la editorial Springer con el ISBN 978-3-030-49708-6. Se expuso este trabajo en el congreso HCI INTERNATIONAL 2020 de manera virtual en Copenhague, Dinamarca el cual se realizó del 19 al 24 de Julio del 2020. **Ver anexo**

#### **1.1 Congreso HCI INTERNATIONAL 2020**

### **7.5.2 Trabajo 2- CONTIE 2020**

Se expuso este trabajo en el congreso CONTIE 2020 de manera virtual en La Paz, Baja California el cual se realizó del 28 al 30 de octubre del 2020. El articulo realizado se encuentra en proceso de publicación. **Ver anexo 1.2 Congreso CONTIE 2020**

### **7.5.3 Trabajo 3- CONISOFT 2020**

El artículo publicado se encuentra en la Revista electrónica de Computación, informática, biomédica y electrónica (ReCIBE) con ISSN: 2007-5448 en el Volumen 9, Num1 2020. Se expuso este trabajo en el congreso CONISOFT 2020 de manera virtual en Chetumal, Quintana Roo el día 04 de noviembre de 2020. **Ver anexo 1.3 Congreso CONISOFT 2020**

### **7.5.4 Trabajo 3- Revista de educación inclusiva**

Se publicó el artículo titulado “Modelo de desarrollo de software para contenidos informativos sobre covid-19 basado en interfaces tangibles de usuario” en la revista de educación inclusiva con ISSN: 1889-4208; e-ISSN: 1989-4643 en el Volumen 13, Numero 2 de diciembre 2020. **Ver anexo 1.4**

## 7.6 Certificados obtenidos durante la investigación

Para el cumplimiento de esta investigación se realizaron diferentes cursos relacionados a temas relevantes de este proyecto. Los certificados obtenidos durante esta investigación se exponen en los anexos 8.

### Bibliografía

En esta sección se presentan las fuentes de información consultadas para el desarrollo de esta investigación.

Álvarez, T., Álvarez Rodríguez, F. J., & Benitez G., E. I. (2019). *METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DEL USUARIO DE SISTEMAS DE SOFTWARE INTERACTIVOS PARA USUARIOS CIEGOS*. Universidad Veracruzana.

Álvarez, T., Garcia, A., & Sanchez, A. (2015). *Guía de diseño para una interfaz móvil usando realidad aumentada centrada en personas con discapacidad visual*. Universidad Veracruzana.

American Psychiatric Association. (2009). DSM-IV Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. In *Revista Mexicana de Neurociencia*.

Appert, C., & Beaudouin-Lafon, M. (2008). SwingStates: Adding state machines to Java and the Swing toolkit. *Software - Practice and Experience*.  
<https://doi.org/10.1002/spe.867>

Autismo Diario. (2008). *Integración Sensorial en el niño con autismo*.  
<https://autismodiario.com/2008/09/30/integracion-sensorial-en-el-nino-autista/>

Baker-Sennett, J., Rogoff, B., Bell, N., & Wertsch, J. V. (1992). Voices of the Mind: A Sociocultural Approach to Mediated Action. *The American Journal of Psychology*. <https://doi.org/10.2307/1423207>

Banfield, J., & Wilkerson, B. (2014). Increasing Student Intrinsic Motivation And

- Self-Efficacy Through Gamification Pedagogy. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*. <https://doi.org/10.19030/cier.v7i4.8843>
- Becta. (2003). *What the Research Says about Special Education Needs and Inclusion*.  
[https://www.education.gov.uk/publications/%0Astandard/\\_arc\\_Subjects/Page8/15009](https://www.education.gov.uk/publications/%0Astandard/_arc_Subjects/Page8/15009).
- Bevan, N., & Curson, I. (1999). *Planning and implementing user-centred design*.  
<https://doi.org/10.1145/632780.632800>
- Bourne, R. (2017). Global Vision Database Maps. *Global Vision Database Maps • IAPB Vision Atlas*.
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*.
- Brooke, J. (2018). System usability scale (SUS). *Iron and Steel Technology*.  
<https://doi.org/10.5948/upo9781614440260.011>
- Cano Mazuera, S. P. (2016). *Propuesta Metodológica para el Diseño de Juegos Serios para Niños con Implante Coclear* [Universidad del Cauca].  
<http://www.meconesis.com/tesis/tesis.pdf>
- Caponetto, I., Earp, J., & Ott, M. (2014). Gamification and education: A literature review. *Proceedings of the European Conference on Games-Based Learning*.
- Carolei, P., Munhoz, G., Gavassa, R., & Ferraz, L. (2016). Gamificação como elemento de uma política pública de formação de professores: vivências mais imersivas e investigativas. *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GAMES E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGames)*.
- Castejón, J., & Navas, L. (2009). Unas bases psicológicas de la educación especial. *Unas Bases Psicológicas de La Educación Especial*.
- Castejón, L., & Jaramillo, O. (2012). Educación y videojuegos: hacia un aprendizaje inmersivo. *Homo Videoludens*.  
<https://doi.org/10.1080/0740817X.2012.757679>
- Castelnuovo, E. (1985). *La geometría*. Ketres.
- Chorney, A. I. (2012). Taking The Game Out Of Gamification. *Dalhousie Journal of Interdisciplinary Management*. <https://doi.org/10.5931/djim.v8i1.242>

- Cobas, K. (2015). *Desarrollo de estrategia de inclusión para personas con discapacidad al campo laboral* [Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/9720/1/1080259509.pdf>
- Deterding, S. (2012). Gamification: designing for motivation. *Interactions*. <https://doi.org/10.1145/2212877.2212883>
- Detheridge, T. (1997). Bridging the communication gap (for pupils with profound and multiple learning difficulties). *British Journal of Special Education*. <https://doi.org/10.1111/1467-8527.00006>
- Donaldson, R., & Donaldson, L. (1989). *Medicina comunitaria* (Díaz de Sa).
- Fernandes, S. H. A. A., & Healy, L. (2010). Inclusion of blind student in the mathematics classroom: Tactile exploration of area, perimeter and volume. *Bolema - Mathematics Education Bulletin*.
- Fernández del campo, J. (1986). *La enseñanza de las Matemáticas a los ciegos*. Juma.
- Flores-Camacho, F. (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México* (1st ed.). Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- FOAL, F. O. A. L. (2011). *Personas ciegas, aún con barreras*. <https://www.foal.es/es/noticias/personas-ciegas-aún-con-barreras>
- Gabarron, E., Schopf, T., Serrano, J. A., Fernandez-Luque, L., & Dorrnoro, E. (2013). Gamification strategy on prevention of STDs for youth. *Studies in Health Technology and Informatics*. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-289-9-1066>
- Gallego Durán, F., Villagrà-Arnedo, C., Satorre Cuerda, R., Compañ Rosique, P., Molina Carmona, R., & Llorens Largo, F. (2014). Panorámica: serious games, gamification y mucho más. *ReVisión*.
- Gallego, R., & Perez, R. (1992). *La enseñanza de las ciencias experimentales*. Magisterio.
- García, F., Pedreira, O., Piattini, M., Cerdeira-Pena, A., & Penabad, M. (2017). A framework for gamification in software engineering. *Journal of Systems and Software*. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.06.021>
- Grau, X., & Segura, M. (2008). *Desarrollo orientado a objetos con UML*.

- Guerrero, J. J. (2018). Metodología de Aprendizaje Basada en Metáforas Narrativas y Gamificación: Un caso de estudio en un Programa de Posgrado Semipresencial. *HAMUT'AY*. <https://doi.org/10.21503/hamu.v5i1.1560>
- Hammershaimb, L. (2019). 2019 EDUCAUSE Horizon Report – Review and Summary. *AACE Review*. <https://www.aace.org/review/2019-educause-horizon-report-review-and-summary/>
- Hartmann, B., Klemmer, S. R., Bernstein, M., Abdulla, L., Burr, B., Robinson-Mosher, A., & Gee, J. (2008). Reflective physical prototyping through integrated design, test, and analysis. *UIST 2006: Proceedings of the 19th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. <https://doi.org/10.1145/1166253.1166300>
- Hughes, M. (2012). *Uxmatters*. <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2012/03/talking-out-loud-is-not-the-same-as-thinking-aloud.php>
- Hurtado, J. (2007). *Paradigmas y métodos de la investigación en tiempos de cambio*.
- Hurtado, J. (2010). *Metodología de la investigación: guía para la comprensión holística de la ciencia*.
- i Saltiveri, G. T. (2004). *MPlu+a. Una metodología que integra la Ingeniería del Software, la Interacción Persona-Ordenador y la Accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinarios*. Universidad de Lleida, España.
- Ian Sommerville. (1997). Ingeniería De Software. *Informática Industrial*.
- ICMI. (2001). *Perspectives en l'ensenyament de la geometria pel segle XXI*.
- IEEE. (1993). IEEE Guide for Software Verification and Validation Plans. In *IEEE Std 1059-1993*.
- INEE. (2015). Instituto Nacional Para La Evaluación De La Educación. *Dof*.
- INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- INEGI. (2016). Anuario estadístico y geográfico de México 2016. In *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*.

- International Organization For Standardization. (1998). ISO 9241-11. In *International Organization*.
- Ishii, H., & Ullmer, B. (1997). Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*.
- Jafri, R., Aljuhani, A. M., & Ali, S. A. (2015). A Tangible Interface-based Application for Teaching Tactual Shape Perception and Spatial Awareness Sub-Concepts to Visually Impaired Children. *Procedia Manufacturing*.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.734>
- Kapp, K. M. (2012). Games, gamification, and the quest for learner engagement. *T and D*.
- Kiryakova, G., Angelova, N., & Yordanova, L. (2014). Gamification in Education. *Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference*.  
<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5198-0>
- Laborde, C., & Capponi, B. (1994). Aprender a ver e a manipular o objeto geométrico além do traçado no Cabri-Géomètre. *Em Aberto*.
- Larman, C. (1999). *Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. Ed. Prentice Hall.
- Letelier Torres, P. (2002). Desarrollo de Software Orientado a Objeto usando UML. *Universidad Politecnica de Valencia (UPV)–España*.
- Litwin, E., Libedinsky, M., Liguori, L., Lion, C., Lipsman, M., Maggio, M., Mansur, A., Scheimberg, M., & Roig, H. (1995). *Tecnología educativa Política, historias, propuestas*. PAIDOS.
- Loján, M. del C. (2017). Patrones En Gamificación Y Juegos Serios, Aplicados a La Educación. *Universidad Técnica de Ambato*.
- Lozano, M. D., Penichet, V. M. R., Leporini, B., & Fernando, A. (2018, July 1). *Tangible User Interfaces to Ease the Learning Process of Visually-Impaired Children*. <https://doi.org/10.14236/ewic/HCI2018.87>
- Lozano Martínez, J., Alcaraz García, S., & Bernabeu, M. (2012). Competencias emocionales del alumnado con Trastornos del Espectro Autista en un Aula Abierta Específica de Educación Secundaria. *Aula Abierta*.

- Manene, L. M. (2013). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones. *Estructura Organizativa, Habilidades Directivas, Mejora Continua*.
- Marfisi-Schottman, I. (2012). *Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games*. L'Institut national des sciences appliquées de Lyon.
- Marne, B., Wisdom, J., Huynh-Kim-Bang, B., & Labat, J.-M. (2012). *The Six Facets of Serious Game Design: A Methodology Enhanced by Our Design Pattern Library*. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0_17)
- Marshall, P. (2007). Do tangible interfaces enhance learning? *TEI'07: First International Conference on Tangible and Embedded Interaction*. <https://doi.org/10.1145/1226969.1227004>
- Martinez, A. (2019). *Diseño de un juguete inclusivo para niños autistas*.
- McMahon, M. (2009). The DODDEL model: A flexible document-oriented model for the design of serious games. In *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-360-9.ch007>
- Mena Esquivias, L., Pinto Madroñero, C., & Uris Selles, J. (2003). El diagrama de flujo, herramienta para la gestión de procesos en una Unidad de Admisión hospitalaria. *Papeles Médicos: Revista de La Sociedad Española de Documentación Médica*.
- Méndez, E., & Garrido, R. (2006). *Modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software* [Universidad Católica Andrés Bello]. <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ7365.pdf>
- Méndez, G. (2005). *Especificación de Requisitos según el estándar de IEEE 830*.
- MINEDUC. (2012). *Bases Curriculares de Matemática*.
- Monferrer Agut, R. (2000). Especificación de Requisitos Software según el estándar de IEEE 830. *Especificación de Requisitos Software Según El Estándar de IEEE 830*.
- Moore, D., & Taylor, J. (2000). Interactive Multimedia Systems for Students with Autism. *Journal of Educational Media*. <https://doi.org/10.1080/1358165000250302>

- Mora, C. (2015). *Gamificación y educación física*.  
<https://gamificationedufis.wordpress.com/2015/05/27/que-es-mecanicas-y-dinamicas-de-la-gamificacion/>
- Muñetón, A., Zapata, C., & Arango, F. (2007). Reglas para la generación automática de código definidas sobre metamodelos simplificados de los diagramas de clases, secuencias y máquina de estados de UML 2.0. *Dyna*, 267–283.
- NIELSEN, J. (1993). Usability Heuristics. In *Usability Engineering*.  
<https://doi.org/10.1016/b978-0-08-052029-2.50008-5>
- OCDE. (2007). *Estudiantes con Discapacidades, Dificultades de Aprendizaje y Desventajas*.  
[https://books.google.com.sv/books?id=vjPxPxsKgTUC&pg=PA6&dq=Estudiantes+%0Acon+Discapacida%0Ade,+Dificultades+de+Aprendizaje+y+Desventajas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiK%0A4PX5zvnMAhVIJC%0AYKHaWUCekQ6AEIGzAA#v=onepage&q=Estudiantes con Discapacidades%0As%2C Dif](https://books.google.com.sv/books?id=vjPxPxsKgTUC&pg=PA6&dq=Estudiantes+%0Acon+Discapacida%0Ade,+Dificultades+de+Aprendizaje+y+Desventajas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiK%0A4PX5zvnMAhVIJC%0AYKHaWUCekQ6AEIGzAA#v=onepage&q=Estudiantes+con+Discapacidades%0As%2C+Dif)
- OECD. (2014). PISA 2012 results: What students know and can do-Student Performance in Mathematics, Reading and Science. In *OECD Publishing*.  
<https://doi.org/10.1037/e530172011-002>
- Oktaba, H., García, F., Piattini, M., Ruiz, F., Pino, F. J., & Alquicira, C. (2007). Software process improvement: The competisoft project. *Computer*.  
<https://doi.org/10.1109/MC.2007.361>
- Olano Soto, J. G., & Salmerón Rodríguez, C. V. (2016). *LA SITUACIÓN DE LOS JÓVENES ENTRE 15 A 29 AÑOS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL SISTEMA EDUCATIVO SALVADOREÑO*. Universidad Dr. José Matías Delgado.
- OldKnow, A., Taylor, T., & Telow, L. (2010). *Teaching mathematics using ICT*. Continuum.
- Oliva, H. A. (2017). La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario. *Realidad y Reflexión*.  
<https://doi.org/10.5377/ryr.v44i0.3563>
- OMS. (2014). OMS | 10 datos sobre la ceguera y la discapacidad visual. *WHO*.

- Parra, H., & Gonzalez, M. H. (2003). El metodo experimental como ambiente generador de discurso. *Revista Colombiana de Fisica*, 35(1).
- Pérez, J., & Gardey, A. (2008). *Definición de método*. <https://definicion.de/metodo/>
- Pierotti, D. (1995). *Heuristic Evaluation, A System Checklist*. Xerox Corporation.
- Pino, F. J., Garcia, F., Ruiz, F., & Piattini, M. (2006). Adaptación de las Normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 para la Evaluación de la Madurez de Procesos Software en Países en Desarrollo. *IEEE Latin America Transactions*. <https://doi.org/10.1109/TLA.2006.1642455>
- Pressman, R. (2005). Ingeniería del Software - Un enfoque práctico - Sexta Edición. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Reactivision. (2020). <http://reactivision.sourceforge.net/>
- Rovira, K., Gapenne, O., & Ammar, A. A. (2010). Learning to recognize shapes with a sensory substitution system: A longitudinal study with 4 non-sighted adolescents. *2010 IEEE 9th International Conference on Development and Learning, ICDL-2010 - Conference Program*. <https://doi.org/10.1109/DEVLRN.2010.5578875>
- Ruthven, K., Hennessy, S., & Deaney, R. (2008). Constructions of dynamic geometry: A study of the interpretative flexibility of educational software in classroom practice. *Computers and Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.013>
- Serna, V. V., Rodriguez, F. J. A., Arteaga, J. M., Gallegos, J. C. P., & Robles, T. A. (2019). MICEE Methodology. *Proceedings - 2019 International Conference on Inclusive Technologies and Education, CONTIE 2019*. <https://doi.org/10.1109/CONTIE49246.2019.00024>
- Shaer, O., & Hornecker, E. (2010). Tangible User Interfaces: Past, Present and Future Directions Orit Shaer and Eva Hornecker. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*.
- Shaer, O., & Jacob, R. J. K. (2009). A specification paradigm for the design and implementation of Tangible user interfaces. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. <https://doi.org/10.1145/1614390.1614395>

- Shaer, O., Leland, N., Calvillo-Gamez, E. H., & Jacob, R. J. K. (2004). The TAC paradigm: Specifying tangible user interfaces. *Personal and Ubiquitous Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00779-004-0298-3>
- Stevens, R. D., Edwards, A. D. N., & Harling, P. A. (1997). Access to mathematics for visually disabled students through multimodal interaction. *Human-Computer Interaction*. [https://doi.org/10.1207/s15327051hci1201&2\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327051hci1201&2_3)
- Sutherland, R., Armstrong, V., Barnes, S., Brawn, R., Breeze, N., Gall, M., Matthewman, S., Olivero, F., Taylor, A., Triggs, P., Wishart, J., & John, P. (2004). Transforming teaching and learning: Embedding ICT into everyday classroom practices. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2004.00104.x>
- Ullmer, B. (2002). *Tangible interfaces for manipulating aggregates of digital information*. Massachusetts Institute of Technology.
- UNESCO. (2020). *Open File on Inclusive Education*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001321/132164e.pdf>.
- Valderrama, B. (2015). Los secretos de la gamificación : 10 motivos para jugar. *Capital Humano. Revista Para La Integración y Desarrollo de Los Recursos Humanos*.
- Vidal, C. L., Rivero, S. E., López, L. P., & Pereira, C. A. (2014). Propuesta y aplicación de diagramas de clases UML JPI. *Informacion Tecnologica*. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000500016>
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind and Society: The Development of Higher Psychological Processes. In *Harvard University Press*. <https://doi.org/10.2307/1529902> (Original manuscripts [ca. 1930-1934])
- Wagner, D. (2020). *Pro-Equity Approaches to Monitoring and Evaluation: Gender, Marginalized Groups and Special Needs Populations*. <http://www.infodev.org/articles/pro-equity-approaches-monitoring-and-evaluation-gender-marginalized-groups-and-special>
- Werbach Kevin, & Hunter Dan. (2012). For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business - Kevin Werbach, Dan Hunter - Google Libros. In *Wharton Digital Press*.

- Wingrave, C. A., & Bowman, D. A. (2008). Tiered developer-centric representations for 3D interfaces: Concept-oriented design in Chasm. *Proceedings - IEEE Virtual Reality*. <https://doi.org/10.1109/VR.2008.4480773>
- Worth, N. (2001). Fountaindale Communication Project. *International Journal of Language & Communication Disorders*. <https://doi.org/10.3109/13682820109177891>
- Wright, G. B. (2011). Student-Centered Learning in Higher Education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*. <https://doi.org/10.1080/03075079312331382498>
- Xu, D., Read, J. C., Mazzone, E., & Brown, M. (2007). Designing and testing a tangible interface prototype. *Proceedings of the 6th International Conference on Interaction Design And Children, IDC 2007*. <https://doi.org/10.1145/1297277.1297282>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). Gamification By Design. In Vasa. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>



**ANEXOS**

En esta sección se anexan los documentos mencionados durante este trabajo.

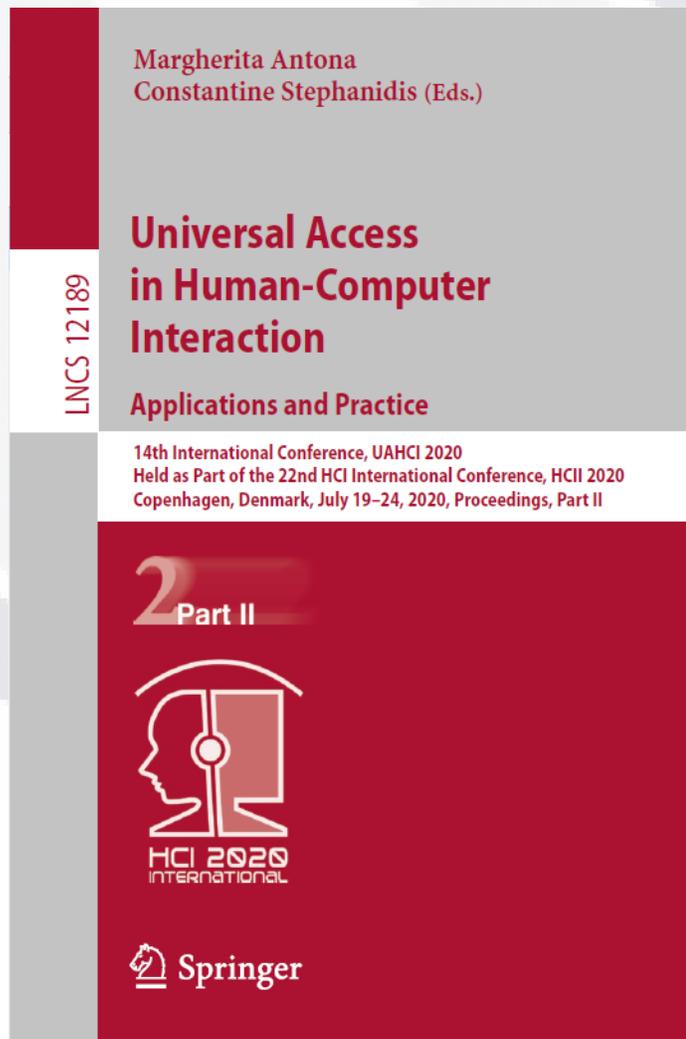
**Anexo 1 – “Artículos publicados y estancia”**

1.1 Congreso HCI INTERNATIONAL 2020



2020\_Book\_Universal  
AccessInHuman-Comp

Portada del libro:



Primera página del artículo:



## METUIGA “Methodology for the Design of Systems Based on Tangible User Interfaces and Gamification Techniques”

Case Study: Teaching Geometry in Children with Visual Problems

Luis Roberto Ramos Aguiar<sup>(✉)</sup> and Francisco Javier Álvarez Rodríguez<sup>(✉)</sup>

Universidad Autónoma de Aguascalientes,  
Ave. Universidad 940, 20130 Aguascalientes, Mexico  
al266432@edu.uaa.mx, fjalvar.uaa@gmail.com

**Abstract.** From the analysis of methodologies focused on the construction of interactive systems an adaptation is made for the construction of interactive systems based on tangible user interfaces and gamification techniques, through a well-defined process, where they are incorporated Software engineering best practices. This proposal analyzes and describes the phases for the development of interactive systems based on tangible user interfaces and gamification techniques in order to produce quality interactive systems. The use of this methodology ensures that a quality product that meets the characteristics of functionality, usability and reliability, desirable and necessary characteristics for an interactive system is produced from its early stages of development. A software prototype is also developed to teach geometry to children with visual problems, which incorporates the proposed methodology, using the new techniques incorporated for the implementation of tangible interfaces and gamification techniques. The development methodology involved the study of several aspects, among which are user-centered design, tangible user interfaces, gamification techniques.

**Keywords:** Methodology · Tangible user interface · Gamification · Visual impairment

### 1 Introduction

The use of technology in education has led to the development of many applications and Web-based solutions aimed at supporting learning in a creative and amusing environment. Many applications have been designed as digital games to encourage and engage students of any age in their learning process. Unfortunately, for students with visual impairments the opportunities are very limited, because there still exists a significant gap in the accessibility of serious games and applications for learning.

© Springer Nature Switzerland AG 2020  
M. Antona and C. Stephanidis (Eds.): HCII 2020, LNCS 12189, pp. 229–245, 2020.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-49108-6\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49108-6_17)

Certificado de participación:

Registration ID: 9782



**HCI International 2020**

19 - 24 July 2020

24 July 2020

**CERTIFICATE OF PARTICIPATION**

This is to certify that **Mr. Luis Roberto Ramos Aguiar, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Mexico**, has registered and participated in HCI International 2020 (HCII 2020), the 22nd International Conference on Human-Computer Interaction and affiliated Conferences, held virtually from 19 to 24 July 2020.

Professor Constantine Stephanidis  
General Chair

1.2 Congreso CONTIE 2020

Certificado de ponencia:

**CONTIE 2020**  
 III International Conference of Inclusive Technology and Education  
 Presents this certificate to  
**Luis Roberto Ramos Aguiar**  
 For their outstanding participation with the paper titled:  
**“METUIGA Methodology”**  
 Dr. J. Andrés Sandoval Bringas  
 General Chair CONTIE 2020  
 October 2020.  
 La Paz, Baja California Sur, México.

Certificado de artículo:

**CONTIE 2020**  
 III International Conference of Inclusive Technology and Education  
 Presents this certificate to  
**Luis Roberto Ramos Aguiar and Francisco Javier Álvarez Rodríguez**  
 As authors of the paper titled:  
**METUIGA Methodology**  
 Presented at the  
**III International Conference of Inclusive Technology and Education CONTIE 2020**  
 Held in La Paz, Baja California Sur, México, on October 28, 29 and 30, 2020  
 Dr. J. Andrés Sandoval Bringas  
 General Chair CONTIE 2020  
 October 2020.  
 La Paz, Baja California Sur, México.

### 1.3 Congreso CONISOFT 2020



Ramos&Álvarez(2020)  
)\_Recibe.pdf

Primera página artículo:

#### COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA

Recibido 23/09/2020

ReCIBE, Año 9 No. 1, Mayo 2020

Aceptado 12/10/2020

#### METUIGA "METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS BASADOS EN INTERFACES TANGIBLES DE USUARIO Y TÉCNICAS DE GAMIFICACIÓN" EN LA ENSEÑANZA DE PORCIONES MATEMÁTICAS PARA NIÑOS CIEGOS

Luis R. Ramos-Aguilar  
[roberto.amos.nay@gmail.com](mailto:roberto.amos.nay@gmail.com)

Francisco J. Álvarez-Rodríguez  
[fjalvar@correo.uaa.mx](mailto:fjalvar@correo.uaa.mx)

*Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, México.*

#### RESUMEN

A lo largo de su vida las personas con problemas visuales tienen retos significativos durante su proceso de aprendizaje, especialmente en las etapas más tempranas de este proceso. Se han desarrollado diferentes herramientas tecnológicas en las últimas décadas para apoyar a personas con problemas visuales cuando interactúan con computadoras. Sin embargo, aún existe una gran brecha tecnológica para este tipo de usuarios, específicamente en el diseño de estos sistemas los cuales en su mayoría no explotan la principal herramienta de las personas con problemas visuales para percibir el mundo "sus manos". En esta investigación nos enfocamos en generar herramientas digitales siguiendo la metodología METUIGA utilizando interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación; Se construyó una aplicación para la enseñanza de porciones matemáticas que incorpora la metodología planteada, utilizando los nuevos métodos para la implementación de interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación. En esta investigación se realizaron pruebas de usabilidad obteniendo resultados satisfactorios.

#### PALABRAS CLAVE

Ingeniería, Interfaz Tangible, Modelo, Software, Desarrollo, Gamificación, Niños ciegos.

#### METUIGA "METHODOLOGY FOR THE DESIGN OF SYSTEMS BASED ON TANGIBLE USER INTERFACES AND GAMIFICATION TECHNIQUES" IN THE TEACHING OF MATHEMATICAL PORTIONS FOR BLIND CHILDREN

#### ABSTRACT

Throughout their lives, people with visual impairment present significant challenges during their learning process, especially in the early stages of this process. Different technological tools have been developed in the last decades to support visually impaired people when interacting with computers. However, there is still a big technological gap for this type of users, specifically in the design of these systems which mostly do not exploit the main tool of visually impaired people to perceive the world "their hands". In this research we focused on generating digital tools following the METUIGA methodology using tangible user interfaces and gamification techniques. An application was built for teaching mathematical portions that incorporates the proposed methodology, using the new methods for the implementation of tangible user interfaces and gamification techniques. In this research, usability tests were carried out with satisfactory results.

#### KEYWORDS

Blind Children, Development, Engineering, Gamification, Tangible Interface, Model, Software.

C4-1

Certificado de participación:



The banner features a background image of a stone archway. At the top, there is a row of logos: the Mexican coat of arms, the logo for 'EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA', the logo for 'TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO', the IEEE logo, the IEEE computer society logo, and the logo for 'Instituto Tecnológico de Chetumal'. Below the logos, the text 'INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHETUMAL' is written in a large, bold, blue font. Underneath, it says 'Acknowledge to:' followed by the names 'Luis Roberto Ramos Aguiar, Francisco Álvarez Rodríguez' in a smaller blue font. Below that, it says 'as Speaker with the talk:' followed by the title of the talk in blue: '“METUIGA “Metodología para el diseño de sistemas basados en interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación” Caso de estudio: Enseñanza de porciones matemáticas en niños ciegos”'. This is followed by the event details: 'in the 8th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT'20), held on November 04<sup>th</sup>-06<sup>th</sup>, 2020 Chetumal, Quintana Roo, México'. At the bottom, there are two signatures with horizontal lines underneath. The first signature is for 'Ing. Mario Vicente González Robles Director' and the second is for 'Dr. J. Reyes Juárez Ramírez CONISOFT'20 General Chair'. In the bottom left corner, there is a logo for 'CONISOFT 2020' and in the bottom right corner, there is a small circular logo.

**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

IEEE

IEEE computer society

Instituto Tecnológico de Chetumal

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHETUMAL

Acknowledge to:

Luis Roberto Ramos Aguiar, Francisco Álvarez Rodríguez

as Speaker with the talk:

**“METUIGA “Metodología para el diseño de sistemas basados en interfaces tangibles de usuario y técnicas de gamificación” Caso de estudio: Enseñanza de porciones matemáticas en niños ciegos”**

in the 8th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT'20), held on November 04<sup>th</sup>-06<sup>th</sup>, 2020 Chetumal, Quintana Roo, México

Ing. Mario Vicente González Robles  
Director

Dr. J. Reyes Juárez Ramírez  
CONISOFT'20 General Chair

CONISOFT 2020

## 1.4 Artículo publicado en la revista de educación inclusiva.



16- MODELO DE  
DESARROLLO DE SOF

Primera página del artículo:

Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva  
ISSN: 1889-4208.; e-ISSN 1989-4643. Volumen 13, Número 2, diciembre 2020

**MODELO DE DESARROLLO DE SOFTWARE PARA  
CONTENIDOS INFORMATIVOS SOBRE COVID-19  
BASADO EN INTERFACES TANGIBLES DE USUARIO**  
*(Model of development of information software about COVID-19 based on tangible user interfaces)*

**D. Ramos Aguiar, Luis Roberto.**  
*(Universidad Autónoma de Aguascalientes, México)*

**D. Álvarez Rodríguez, Francisco Javier.**  
*(Universidad Autónoma de Aguascalientes, México)*

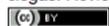
ISSN: 1889-4208  
e-ISSN: 1989-4643  
Fecha recepción: 10/06/2020  
Fecha aceptación: 30/11/2020

### Resumen

*El aprendizaje sobre temas informativos relacionados con el COVID-19 son mostrados principalmente a través de las diferentes formas de comunicación visual existentes. Esta razón motivo a la investigación y desarrollo de contenidos digitales para que personas ciegas o con problemas visuales puedan mejorar sus conocimientos relacionados con el COVID-19 y no caigan en la creencia de información falsa. Una de las formas de atacar este problema es a través de sistemas basados en interfaces tangibles que utilicen la vía auditiva para la proporción de retroalimentación. Estas aplicaciones deberán ser diseñadas acorde a los objetivos y recursos del tema de COVID-19 que se desea resolver. La presente investigación muestra un modelo para el desarrollo de contenidos digitales informativos sobre COVID-19 basado en interfaces tangibles de usuario para personas ciegas, así como una aplicación desarrollada siguiendo el modelo propuesto y los resultados de las primeras evaluaciones de usabilidad donde estos fueron positivos.*

**Palabras clave:** COVID-19, Desarrollo, Interfaz, Modelo, Software, Tangible.

Como citar este artículo:  
Ramos Aguiar, L. R., y Álvarez Rodríguez, F. J. (2020). Modelo de desarrollo de contenidos digitales informativos sobre COVID-19 basado en interfaces tangibles de usuario para personas ciegas. *Revista de Educación Inclusiva*, 13(2), 300-317.



**Anexos 2 – “Productos (Formatos) base de la metodología”**

**Anexo ER\_A1**

**Identificar los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar (ER\_A1)**

**Propósito**

*En esta subsección se definirá el propósito del documento ERS y se especificara a quien va dirigido el documento.*

**Alcance**

**En esta sección:**

- *Se podrá dar un nombre al futuro sistema (p.ej. Mi Sistema)*
- *Se explicará lo que el sistema hará y lo que no hará.*
- *Se describirán los beneficios*

**Quien pide el programa**

*En esta sección se especifica quien es la persona que pidió el sistema, esto servirá para identificar con quien se realizaran las pruebas se evaluación conforme evolucione el proyecto.*

**Fecha esperada de inicio y finalización del proyecto**

*En esta sección se especifica la fecha de inicio y la fecha de finalización en la que el sistema debe estas terminado.*

Fecha de inicio	Fecha de finalización
<<Agregar fecha de inicio>>	<<Agregar fecha de finalización>>

**Con que herramientas se plantea realizar el sistema**

*En esta sección se especifican las herramientas con las que el equipo de desarrollo realizará el sistema, por ejemplo, si es un sistema web puede utilizar HTML, CSS, JAVASCRIPT etc.*

**Porque la creación del sistema**

*En esta sección se especifica el motivo de la creación del sistema.*

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quien elaboró el documento>>	<<Quien revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

**Anexo ER\_A2**

**Identificar las características del proyecto gamificado (ER\_A2)**

**Objetivo general:**

*Se describirá el objetivo general que tendrá el sistema tomando en cuenta la meta que se espera alcanzar con el futuro sistema.*

**Tipo de gamificación**

*Interna/Externa/Cambio de comportamiento*

**Objetivos específicos del proyecto:**

*Se describirán los objetivos específicos para cumplir con el objetivo general, se les deberá asignar una prioridad la cual puede ser baja, media o alta.*

<b>Objetivos</b>	<b>Prioridad</b>
<i>&lt;&lt;Objetivo específico 1&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Alta, Media, Baja&gt;&gt;</i>

**Situación futura del sistema una vez gamificado:**

Características del nuevo sistema una vez gamificado. Ej.: el perfil de usuario estará gamificado y le será propuesta una serie de tareas con recompensas

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>&lt;&lt;Clave del sistema&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Fecha en las que se realizó este documento&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Versión de documento&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Quien elaboró el documento&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Quien revisó el documento&gt;&gt;</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

## Anexo ER\_A3

### Herramientas para una interfaz tangible (ER\_A3)

*\*A continuación, se muestran diferentes proyectos que utilizan interfaces tangibles con el objetivo de identificar la herramienta más adecuada para su proyecto.*

*Nuestra recomendación es utilizar (Reactivation, 2020) accede al sitio web para conocer sobre esta herramienta: <http://reactivision.sourceforge.net/>*

Nombre	Resumen	Herramienta
<b>Interfaces de usuario tangibles para facilitar el proceso de aprendizaje de los niños con discapacidad visual</b>	Las personas con discapacidad visual se enfrentan a importantes desafíos durante su proceso de aprendizaje, especialmente los niños en las primeras etapas de este proceso. En los últimos decenios se han desarrollado diferentes tecnologías de asistencia para ayudar a las personas con discapacidad visual a interactuar con las computadoras. Este tipo de tecnologías suponen ciertas habilidades y nivel de madurez en los usuarios. No obstante, hay una falta de tecnologías para los niños, diseñadas específicamente para apoyar su desarrollo personal, especialmente en las primeras etapas. En este trabajo proponemos un novedoso sistema basado en Interfaces Tangibles de Usuario con el objetivo de proporcionar a los niños con discapacidad visual una nueva forma de aprender conceptos básicos. El sistema implementa un juego basado en audio a través del cual los niños son guiados y motivados con diferentes actividades diseñadas para aprender los conceptos básicos identificando los objetos físicamente disponibles que los niños deben agarrar con sus manos para interactuar con el sistema. También se ha realizado una evaluación preliminar del sistema con usuarios reales obteniendo resultados positivos.	Hemos utilizado la tecnología NFC para permitir a los usuarios interactuar con los objetos físicos. Los objetos se identifican con etiquetas NFC colocadas dentro de ellos de forma transparente para el usuario. La aplicación se implementa en un dispositivo móvil con lector NFC para reconocer los objetos y reaccionar en consecuencia.
<b>MICOO (Cubos interactivos multimodales para la orientación de objetos): Una interfaz de usuario tangible para ciegos y discapacitados visuales</b>	Este documento presenta el desarrollo de Multimodal Interactive Cubos para manipular la orientación de los objetos (MICOO). Este proporciona una interfaz de usuario tangible multimodal (TUI), permitiendo a las personas con discapacidades visuales crear, modificar y interactúan naturalmente con los diagramas y gráficos en un multitoque superficie. El sistema apoya una nueva noción de orientación activa y el seguimiento de proximidad de los manipulativos contra el diagrama y componentes de los gráficos. Si la orientación de un MICOO coincide con una componente, entonces un usuario puede modificar ese componente por moviendo el MICOO. Por el contrario, si un MICOO no coincide orientación o está lejos de ser un componente, la retroalimentación de audio es activada para ayudar al usuario a alcanzar ese componente. Esto disminuirá la necesidad de intervención manual, permitir el descubrimiento independiente por parte del usuario, y ofrece un comportamiento dinámico, mientras que la representación interactiva y proporciona retroalimentación al usuario. Se ha desarrollado una plataforma y se está llevando a cabo un proceso formal evaluación (por ejemplo, navegar, modificar y construir gráficos en un Cartas y diagramas cartesianos).	MICO ha sido desarrollado desde cero, utilizando componentes de hardware asequibles y de fácil adquisición. El sistema permite una interacción natural usando MICOO en una superficie multitáctil. La superficie se controla a través de múltiples cámaras de infrarrojos para el seguimiento del movimiento de MICOO
<b>Una aplicación tangible basada en una interfaz de usuario que utiliza manipuladores impresos en 3D para enseñar a los niños con deficiencias visuales los subconceptos de la percepción táctil de la forma y la conciencia espacial</b>	Se presenta una novedosa solución basada en una interfaz de usuario tangible (TUI) para enseñar y reforzar la percepción de la forma táctica y los subconceptos de conciencia espacial en el espacio a pequeña escala a niños con discapacidad visual (VI). La solución utiliza un sistema basado en la visión por computadora para rastrear formas geométricas impresas en 3D etiquetadas que pueden ser manipuladas por el niño y proporciona retroalimentación a través de una interfaz de audio. El objetivo es proporcionar un sistema atractivo y accesible que mitigue las demandas de tiempo, esfuerzos y recursos financieros del maestro/cuidador y permita al niño aprender y revisar estos conceptos de forma autónoma a su propio ritmo. Se ha utilizado la impresión en 3D para generar las fichas tangibles y se han empleado componentes de serie para configurar el TUI a fin de que el sistema sea de bajo costo, personalizable, fácilmente reproducible y de fácil fabricación. La evaluación del sistema con los maestros de niños con discapacidad visual no sólo validó su potencial y afirmó la necesidad y la voluntad de los maestros de adoptar esas soluciones de asistencia, sino que también proporcionó algunas ideas valiosas que serían un recurso útil para otros investigadores interesados en construir aplicaciones similares. El sistema se ampliaría en el futuro para permitir a los profesores y a los cuidadores crear formas personalizadas y enseñar otros conceptos esenciales como la secuenciación de objetos y el reconocimiento de texturas.	Para el seguimiento de objetos, hemos utilizado Trackmate, un sistema de rastreo tangible de código abierto, basado en visión computarizada, introducido por el Grupo de Medios Tangibles del MIT Media Lab.

Jafri, R., Aljuhani, A. M., & Ali, S. A. (2017). A tangible user interface-based application utilizing 3D-printed manipulatives for teaching tactual shape perception and spatial awareness sub-concepts to visually impaired children. *International Journal of Child-Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2016.12.001>

Lozano, M. D., Penichet, V. M. R., Leporini, B., & Fernando, A. (2018, July 1). Tangible User Interfaces to Ease the Learning Process of Visually-Impaired Children. <https://doi.org/10.14236/ewic/HCI2018.87>

Manshad, M. S., Pontelli, E., & Manshad, S. J. (2011). MICOO (Multimodal Interactive Cubes for Object Orientation): A tangible user interface for the blind and visually impaired. *ASSETS'11: Proceedings of the 13th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. <https://doi.org/10.1145/2049536.2049597>

**Anexo ER\_A4**

**Generación del caso de uso general y actores involucrados en el sistema. (ER\_A4)**

**Diagrama de caso de uso general:**

*En esta sección se agrega un diagrama UML del caso de uso general del sistema.*

*Los casos de uso son una técnica para la especificación de requisitos funcionales propuesta inicialmente por Ivar Jacobson (Jacobson, 1987)*

**Tabla de actores:**

*En esta sección se agregarán los actores que tendrán interacción con los casos de uso mostrados en el diagrama anterior junto con su descripción sobre lo que realizará en el sistema.*

*Un actor es un clasificador que modela un tipo de rol que juega una entidad que interacciona con el sujeto pero que es externa a él.*

- *Un actor puede tener múltiples instancias físicas*
- *Una instancia física de un actor puede jugar diferentes papeles*

<b>Actor 1:</b>	<<Nombre del actor>>
<b>Caso de uso:</b>	<<Caso de uso asociado a ese actor>>
<b>Descripción:</b>	<<Acción que realizará el autor en ese caso de uso>>

<b>Actor 2:</b>	<<Nombre del actor>>
<b>Caso de uso:</b>	<<Caso de uso asociado a ese actor>>
<b>Descripción:</b>	<<Acción que realizará el autor en ese caso de uso>>

*\*Nota: Puedes agregar todas las tablas de actores según sea necesario.*

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quién elaboró el documento>>	<<Quién revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

**Anexo ER\_A5**

**Requerimientos funcionales y no funcionales e interfaces de usuario (ER\_A5)**

**Tabla de requerimientos**

*En esta sección se identificarán los requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto y se enlistarán en base a su prioridad.*

<b>Numero</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<<Numero de requerimiento>>	<<Nombre de requerimiento>>	<<Funcional/No funcional>>	<<Descripción del requerimiento>>

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quien elaboró el documento>>	<<Quien revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

**Requerimientos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario (ER\_A5)**

En esta sección se especificará cada requerimiento enlistado anteriormente.

**Requerimiento número:** Numero de requerimiento el cual se va a especificar.

**Diagrama de representación:**

En esta sección se agrega un diagrama UML del caso de uso específico del sistema.

Los casos de uso son una técnica para la especificación de requisitos funcionales propuesta inicialmente por Ivar Jacobson (Jacobson, 1987)

**Caso de uso:**

En esta sección se especificarán los casos de uso específicos.

Es una *manera específica de utilizar el sistema*, es una historia que describe un uso particular del sistema

<b>Nombre:</b>	<<Nombre del caso de uso>>
<b>Actores:</b>	<<Nombre del autor (o autores) del caso de uso >>
<b>Fecha:</b>	<<Fecha de creación del caso de uso>>
<b>Prioridad:</b>	<<Prioridad del caso de uso en la utilización del sistema>>
<b>Descripción:</b>	<<Breve descripción del caso de uso>>
<b>Actores:</b>	<<Actores participantes en el caso de uso>>
<b>Precondiciones:</b>	<<Condiciones que deben cumplirse para poder ejecutar el caso de uso>>
<b>Flujo normal:</b>	<<Flujo normal de ejecución del caso de uso>>
<b>Flujo alternativo:</b>	<<Flujos alternativos de ejecución del caso de uso>>
<b>Postcondiciones:</b>	<<Condiciones de deben cumplirse al finalizar la ejecución del caso de uso>>

**Propuesta de interfaz inicial:**

En esta sección se anexa una interfaz inicial donde se aplique el caso de uso especificado.

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quien elaboró el documento>>	<<Quien revisó el documento>>

---

Firma del líder del proyecto

**Anexo EG\_A1**

**Desafíos y misiones para implementar en el sistema gamificado (EG\_A1)**

En esta sección se definirá los diferentes desafíos y misiones que se implementaran en el sistema. Los desafíos y misiones que los usuarios pueden hacer deben estar en sintonía con los objetivos del cliente que pide gamificar su sistema.

**Desafíos y misiones del sistema:** <<Nombre del sistema>>

**DESAFIOS DEL SISTEMA**

\*Información de ejemplo

<b>Título</b>	<b>Descripción</b>
<i>*Supérate a ti mismo</i>	<i>*Realiza una serie extra a la rutina usual</i>
<i>*Puntual</i>	<i>*Llega a la tu hora indicada</i>

**MISIONES DEL SISTEMA**

<b>Título</b>	<b>Descripción</b>
<i>*Rompe el huevo</i>	<i>*Se inscribe en el gimnasio.</i>
<i>*Honorable</i>	<i>*Asiste a todas las clases</i>
<i>*Generoso</i>	<i>*Paga la cuota en término</i>

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quien elaboró el documento>>	<<Quien revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

**Anexo EG\_A2**

**Clasificar las misiones comunes, individuales y colectivas (EG\_A2)**

En esta sección se clasificarán las misiones comunes, individuales, colectivas, y las Insignias del sistema. Las misiones que los usuarios pueden hacer deben estar en sintonía con los objetivos del cliente que pide gamificar su sistema.

**ANEXO A**

**SISTEMA DE MISIONES COMUNES**

\*Información de ejemplo

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS XP	INSIGNIA
<i>*Rompe el huevo</i>	<i>*Se inscribe en el gimnasio.</i>	<i>*10</i>	<i>*001</i>
<i>*Honorable</i>	<i>*Asiste a todas las clases</i>	<i>*15</i>	<i>*002</i>
<i>*Generoso</i>	<i>*Paga la cuota en término</i>	<i>*35</i>	<i>*003</i>

**ANEXO B**

**SISTEMA DE MISIONES INDIVIDUALES**

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS XP	INSIGNIA

**ANEXO C**

**SISTEMA DE MISIONES COLECTIVAS**

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PUNTOS XP	INSIGNIA

**ANEXO D**

**INSIGNIAS**

Nro.	DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	ILUSTRACIÓN
<i>*001</i>	<i>*¡Has salido del huevo!</i>	<i>*Cumple misión «Rompe el huevo».</i>	<i>*Un cascarón roto.</i>

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>&lt;&lt;Clave del sistema&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Fecha en las que se realizó este documento&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Versión de documento&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Quien elaboró el documento&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Quien revisó el documento&gt;&gt;</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

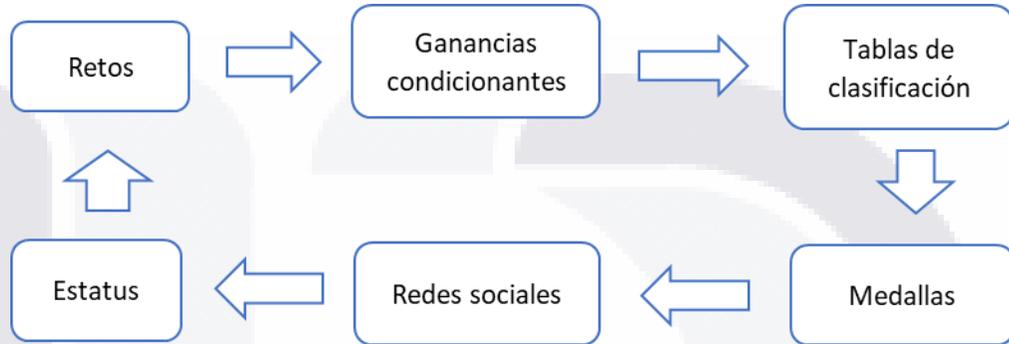
**Anexo EG\_A3**

**Diseñar la Estructura de gamificación del sistema (EG\_A3)**

*En esta sección se seleccionará la estructura de gamificación del sistema y se elegirán las técnicas mecánicas y técnicas de gamificación para el usuario.*

**Estructura de gamificación del proyecto: <<Nombre del proyecto>>**

*Ejemplo: Para este proyecto se decidió utilizar solo cuatro etapas del proceso de gamificación.*



**Sistema de recompensas: <<Nombre del sistema seleccionado>>**

*Explicación de porque se decidió utilizar ese sistema*

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quién elaboró el documento>>	<<Quién revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

## Anexo EG\_A4

### Elección de mecánicas y dinámicas de juego (EG\_A4)

Identifica las mecánicas y dinámicas a implementar en tu sistema gamificado.

*\*En el diseño de las misiones individuales y grupales (el sistema debe desafiar a los actores desde lo individual hacia lo grupal) es posible implementar algunas ideas que se listan a continuación.*

Mecánica	Descripción	Estado
<b>Reconocimiento de patrones</b>	El sistema puede contener juegos de memoria (por ejemplo, para reconocer a los compañeros de oficina o de otros pisos de una empresa), de combinación de objetos similares (como el clásico juego de imágenes pares), o premios que entregan moneda virtual para gastar en una tienda interna del sistema, en objetos igualmente virtuales.	
<b>Coleccionismo</b>	Los objetos virtuales coleccionables son muy atractivos y deben ser mostrados en un área especial del sistema. Algunos de estos objetos pueden ser escasos (al estilo de las «figuritas difíciles»). Se pueden implementar asimismo mecanismos de canje para favorecer la socialización y conformación de grupos afines.	
<b>Sorpresa y placer inesperado</b>	El sistema puede contener mecanismos similares a las máquinas tragamonedas o ruletas que cada día entregan un premio al azar. También «Huevos de Pascua» (objetos ocultos; se pueden combinar con geolocalización).	
<b>Organizando y ordenando</b>	Es aconsejable introducir desafíos de tiempo / trabajo / rendimiento. O de combinación de objetos similares, u organización de grupos.	
<b>Regalos</b>	Objetos virtuales fácilmente transferibles, Recomendaciones y recordatorios de regalos, Puntos de karma (reputación).	
<b>Coqueteo y romance</b>	Toques, sonrisas, coqueteos; <i>Hot or Not</i> ; Regalos virtuales; Propuestas.	
<b>Reconocimiento por desempeño</b>	Medallas, trofeos; Concursos, shows; Sistemas de felicitación. PBL, SAPS.	
<b>Liderazgo</b>	Desafíos cooperativos o en grupo; Niveles asociados por el liderazgo; Desafíos de largo plazo.	
<b>Fama, despertar atención</b>	Tablas de posición basadas en el feedback de los actores, puntajes y promociones; Shows de premiación, Shows para jugar, concursos; Oportunidades de promoción excepcionales.	
<b>Ser héroe</b>	Misiones tipo «Rescatar la doncella»: amigos que piden por ayuda y nosotros ayudamos. «McGiver»: todo va a explotar en 10, 9, 8...	
<b>Ganar estatus</b>	Medallas, trofeos, niveles. Escasez: objetos virtuales de edición limitada. Acceso prioritario.	
<b>Nutrir, hacer crecer</b>	A lo Tamagotchi (plantas o mascotas virtuales que «crecen» por actividad de los actores); Puntos que expiran, Puntaje piramidal.	

Dinámicas	Descripción	Estado
<b>Competición</b>	Por el simple afán de competir o ser el mejor	
<b>Recompensa</b>	Ofrecer recompensas de distinta naturaleza es un incentivo muy atractivo para los jugadores. La gamificación utiliza distintos	

	sistemas de recompensas que aseguran la participación y seguimiento continuado de los usuarios.
<b>Altruismo</b>	Es una motivación muy fuerte para el ser humano el hacer cosas por los demás sin ninguna recompensa real
<b>Estatus</b>	Dentro de un juego, los usuarios son “personajes” virtuales que a medida que avanza consiguen un estatus basado en su experiencia, puntuación, etc... Este estado conlleva diferentes aspectos: posición jerárquica, beneficios, recompensas, etc...
<b>Autoexpresión</b>	El juego es, también, un modo para que el jugador se exprese y cree su propia identidad dentro de una comunidad. Facilitando la comunicación y la integración, así como la seguridad en sí mismo frente a los demás.
<b>Logro</b>	Otro aspecto fundamental en la dinámica de juegos son los logros. Los logros definen un posible reto y objetivo. De esta manera se facilita el progreso en la dinámica de juego, hasta llegar a los objetivos requeridos. Cada logro suele llevar consigo recompensas o productos virtuales.

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quién elaboró el documento>>	<<Quién revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

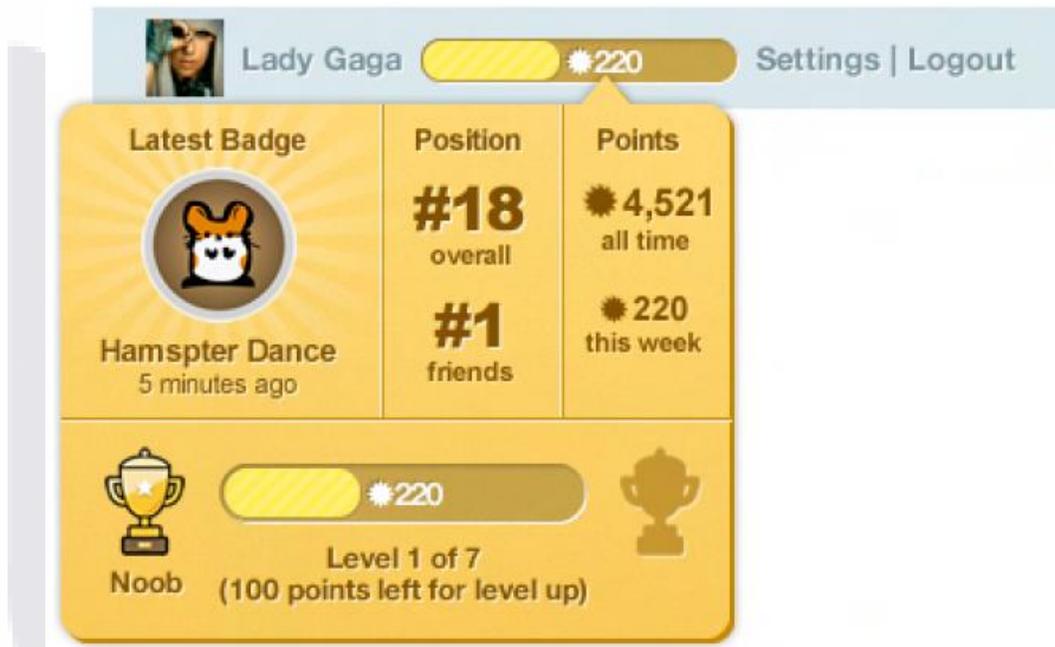
**Anexo EG\_A5**

**Diseñar la interfaz de un avatar para el sistema (EG\_A5)**

*En esta sección se seleccionará la estructura de gamificación del sistema y se elegirán las técnicas mecánicas y técnicas de gamificación para el usuario.*

**Diseño del avatar propuesto para el proyecto: <<Nombre del proyecto>>**

**Avatar propuesto:**



*Ejemplo de propuesta de avatar. extraída de: Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps. " O'Reilly Media, Inc."*

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quién elaboró el documento>>	<<Quién revisó el documento>>

\_\_\_\_\_  
**Firma del líder del proyecto**

**Anexo EG\_A6**

**Diagrama de clase del sistema (EG\_A6)**

*En esta sección se definirá el diagrama de clase del sistema.*

**Diagrama de clase del proyecto: <<Nombre del proyecto>>**



<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quien elaboró el documento>>	<<Quien revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

**Anexo EG\_A7**

**Diagramas dinámicos del flujo del sistema (EG\_A7)**

*En esta sección se diseñarán los diagramas de secuencia del sistema.*

*Nota: En esta sección pueden anexarse todos los diagramas de secuencia que sean necesarios.*

**Diagrama de secuencia del caso de uso: <<Nombre del caso de uso>>**



<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quien elaboró el documento>>	<<Quien revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

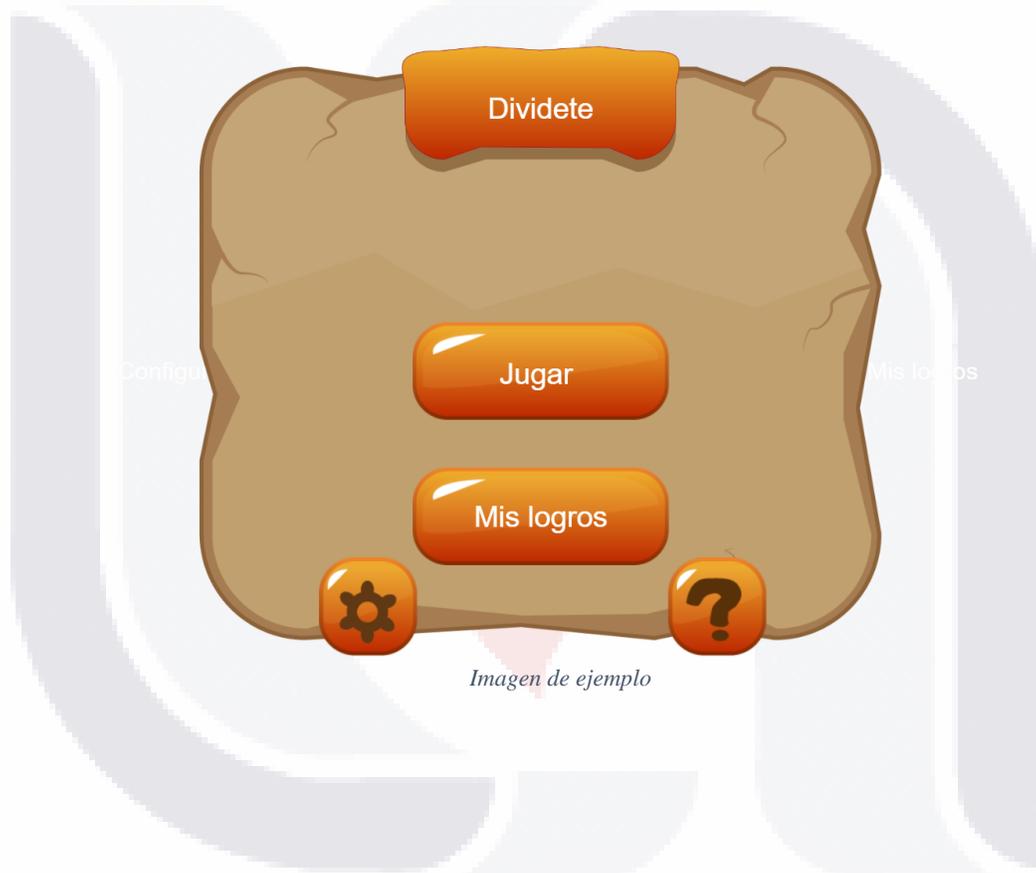
**Anexo EG\_A8**

**Diseños estáticos de las interfaces involucrando a los usuarios finales y considerando las mecánicas y dinámicas a implementar (EG\_A8)**

*En esta sección se diseñarán las interfaces de usuario tomando en cuenta las misiones, desafíos, mecánicas y dinámicas establecidas en las actividades de gamificación.*

*Nota: En esta sección pueden anexarse todas las interfaces que sean necesarias.*

**Interfaz gráfica: <<Nombre del caso de uso>>**



Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quién elaboró el documento>>	<<Quién revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

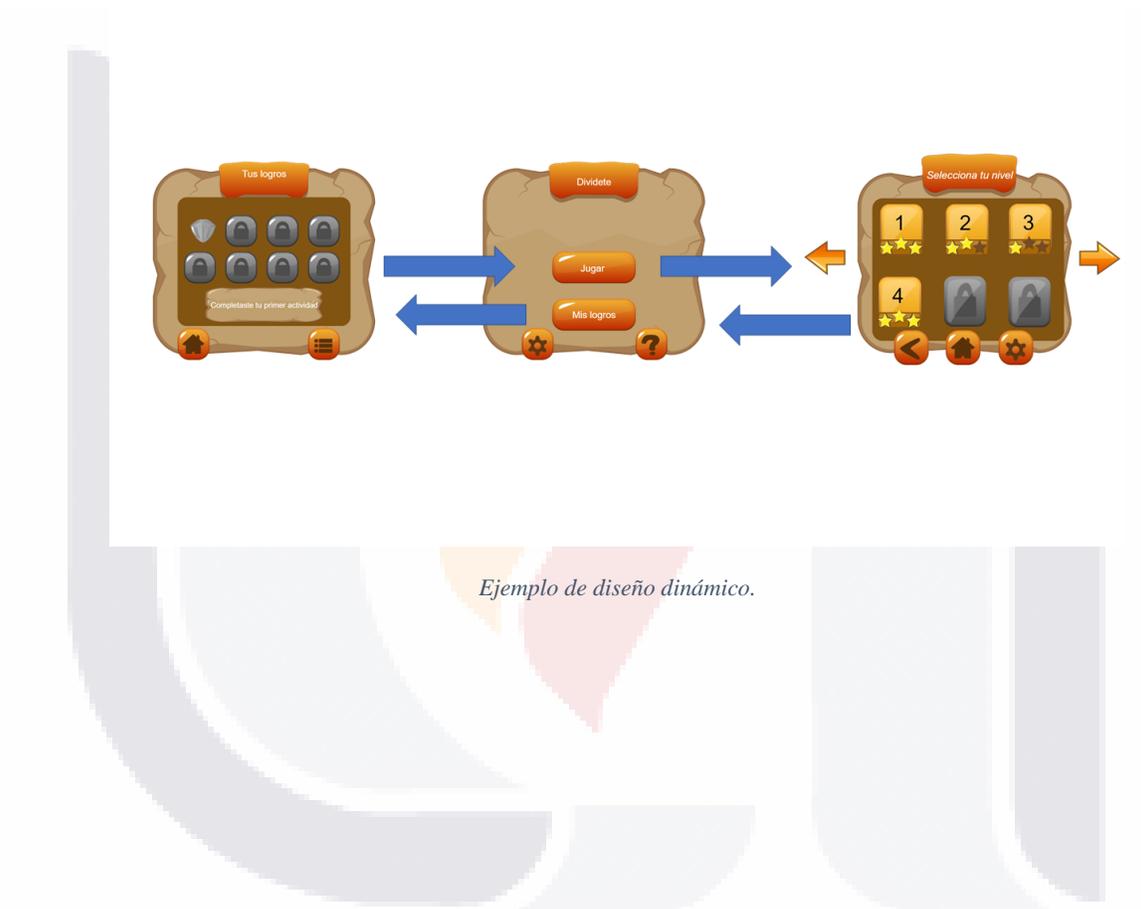
**Anexo EG\_A9**

**Diseños dinámicos de las interfaces involucrando a los usuarios finales (EG\_A9)**

*En esta sección se diseñarán los diseños dinámicos de las interfaces de usuario realizadas en la actividad anterior.*

*Nota: En esta sección pueden anexarse todos los diseños que sean necesarias.*

**Diseño dinámico: <<Nombre del caso de uso>>**



Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quién elaboró el documento>>	<<Quién revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

**Anexo EG\_A10**

**Modelado y construcción del diseño de base de datos (EG\_A10)**

*En esta sección se diseñará el diagrama ER de la base de datos, así como una tabla de índices y una de normalización de los datos.*

*Nota: En esta sección pueden anexarse todos los campos que sean necesarias.*

**Modelo entidad relación de la base de datos: <<Nombre de la base de datos>>**



<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quién elaboró el documento>>	<<Quién revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

**Anexo EG\_A10**

**Diseñar y clasificar los objetos tangibles considerando la información de las interfaces diseñadas (EG\_A10)**

*En esta sección diseñaremos los objetos que van a interactuar con la interfaz tangible y describiremos su comportamiento dentro de la misma.*

Tac		Representación		Asociación		Manipulación	
	Variable	Token	Restricción	Grafico	Acción	Respuesta	
					Agregar		
					Remove		
					Mover		
					Agregar		
					Remove		
					Mover		
					Agregar		
					Remove		
					Mover		

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>&lt;&lt;Clave del sistema&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Fecha en las que se realizó este documento&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Versión de documento&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Quién elaboró el documento&gt;&gt;</i>	<i>&lt;&lt;Quién revisó el documento&gt;&gt;</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

### Anexo EG\_A12

#### Diseñar y construir la interfaz tangible en base a las recomendaciones de la metodología (EG\_A12)

En esta sección el equipo de diseñará y construirá la interfaz tangible, nuestra recomendación es utilizar Reactivision al ser un software de código abierto que muestra de forma clara como realizarla.

La aplicación reactIVision se ejecuta actualmente en los siguientes sistemas operativos: Windows, Mac OS X y Linux. En Windows, es compatible con cualquier cámara con un controlador WDM adecuado, como la mayoría de las cámaras USB, FireWire y DV. Bajo Mac OS X, la mayoría de las cámaras USB y Firewire compatibles con UVC deberían funcionar. Bajo Linux, las cámaras FireWire también son compatibles con muchas cámaras USB compatibles con Video4Linux2.

#### Construyendo la mesa

- Mesa y superficie
  - Se debe colocar una cámara y un proyector con lentes gran angular debajo de la mesa, para que ambos puedan cubrir toda la superficie.
- Iluminación
  - Para el seguimiento, los objetos deben estar bien iluminados, para que la cámara y, por lo tanto, la aplicación de visión por computadora pueda verlos correctamente.
- Cámara
  - Debe asegurarse de que la cámara tenga una lente y un tamaño de sensor aceptables. Para obtener la latencia más baja y el mejor rendimiento, recomendamos cámaras FireWire de la gama más alta, como las cámaras industriales con una alta velocidad de cuadros, resolución y tamaño de sensor.
- Proyector
  - Para cubrir una superficie máxima de la mesa desde una distancia mínima, el proyector elegido debe proporcionar una lente de tiro corto con una relación de tiro de 0.6 o menos.

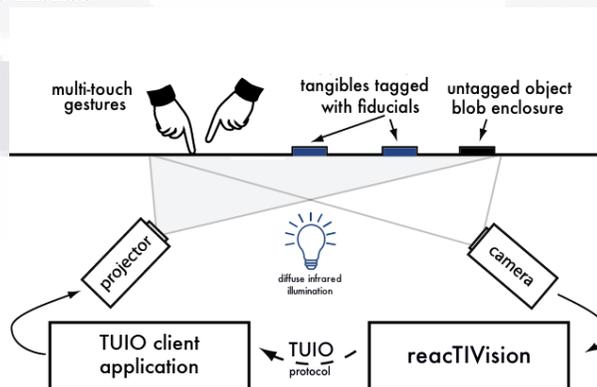


Diagrama propuesto en Reactivision. Para más información visite: <http://reactivision.sourceforge.net/>

## ¿Cómo hicimos nosotros nuestra mesa?

Para la construcción de nuestra interfaz tangible nosotros utilizamos:

- Una cámara Microsoft HD 3000
- Una barra led de iluminación de 5v
- Acrílico de 30 \* 40
- Y se construyó una mesa de 30 \* 40 \* 80

\* Para nuestro proyecto decidimos no utilizar un proyector para la interfaz tangible.

A continuación, se puede observar el interior de nuestra mesa de interfaz tangible y su funcionamiento (Ilustración 2,3)



*Cámara Microsoft HD 3000 y Barra led dentro de nuestra mesa*



*Nuestro sistema funcionando con la interfaz tangible*

**Anexo EN\_A1**

**Identificar un estándar de codificación para la programación del sistema (EN\_A1)**

*En esta sección el equipo de desarrollo debe de identificar un estándar de codificación para programar el sistema, este dependerá también del lenguaje de programación seleccionado.*

**Estándar de codificación seleccionado: <<Nombre del estándar seleccionado>>**

**¿Porque la selección de ese estándar?**

---



---



---

**Ejemplo del estándar seleccionado:**



<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quien elaboró el documento>>	<<Quien revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

**Anexo EN\_A2**

**Construcción del software implementando el estándar seleccionado (EN\_A2)**

*Una vez seleccionado el estándar de codificación, se iniciará con la programación del sistema y se mostrarán ejemplos de la codificación utilizando el estándar seleccionado.*

*\*Podrán anexarse todos los ejemplos que se crean necesarios.*

**Estándar de codificación seleccionado:** <<Nombre del estándar seleccionado>>

**Aplicación del estándar en el sistema:** <<Nombre del sistema>>



<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quien elaboró el documento>>	<<Quien revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

**Anexo EN\_A3**

**Construcción de la arquitectura del sistema (EN\_A3)**

*En esta sección se diseñará la arquitectura del sistema desarrollado, mostrando las interacciones de sus diferentes componentes.*

**Arquitectura del sistema: <<Nombre del sistema>>**



<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Versión de documento>>	<<Quién elaboró el documento>>	<<Quién revisó el documento>>

---

**Firma del líder del proyecto**

## Anexo EV\_A1

### Evaluación de usabilidad principios de NIELSEN (EV\_A1)

Fecha:

Evaluador:

Sistema: MaTUI

Instrucciones: Para cada una de las siguientes heurísticas, marque Si – No – N/A según su criterio.

#	Heurística de NIELSEN	Si - No - N/A	Comentarios
1	Visibilidad del estado del sistema: ¿El sistema mantiene a los usuarios informados sobre lo que ocurre, a través de una retroalimentación apropiada en un tiempo razonable?		
2	Empate entre el sistema y el mundo real: ¿El sistema habla en el lenguaje del usuario, con palabras, frases y conceptos familiares para él? ¿Utiliza convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico?		
3	Control y libertad del usuario: A menudo los usuarios eligen funcionalidades por error y necesitan una "puerta de emergencia" para salir del estado indeseado. ¿Ofrece soporte para deshacer y rehacer acciones?		
4	Consistencia y estándares: Los usuarios no deben tener que preguntarse si las diversas palabras, situaciones, o acciones significan la misma cosa. Que se sigan las normas y convenciones de la plataforma sobre la que está implementando el sistema.		
5	Prevención de errores: Antes que diseñar buenos mensajes de error, es mejor evitar que el problema ocurra.		
6	Reconocimiento mejor que recuerdo: Minimizar la carga de memoria del usuario haciendo que los objetos, las acciones y las opciones estén visibles. El usuario no debe tener que recordar la información de una parte del diálogo a otra.		
7	Flexibilidad y eficiencia de uso: Los aceleradores, no vistos por el usuario principiante, mejoran la interacción para el usuario experto de tal manera que el sistema puede servir para usuarios inexpertos y experimentados. Es importante que el sistema permita personalizar acciones frecuentes.		
8	Diseño estético y minimalista: Los diálogos no deberían contener información irrelevante o que se necesite raramente. Cada unidad extra de información en un diálogo compite con la información importante, disminuyendo su visibilidad relativa.		
9	Ayudar a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores: Los mensajes de error deben estar expresados en lenguaje llano (sin códigos), indicando con precisión el problema y sugiriendo una solución.		
10	Ayuda y documentación: Aunque es mejor que se pueda usar el sistema sin documentación, es necesario proveer al usuario de ayuda y documentación. Esta tiene que ser fácil de buscar, centrada en las tareas del usuario, con información de las etapas a realizar y que no sea muy extensa.		

Heurística de NIELSEN	Si	No	N/A
Visibilidad del estado del sistema			
Empate entre el sistema y el mundo real			
Control y libertad del usuario			
Consistencia y estándares			
Prevención de errores			
Reconocimiento mejor que recuerdo			
Flexibilidad y eficiencia de uso			
Diseño estético y minimalista			
Ayudar a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores			
Ayuda y documentación			
<b>Total:</b>			

Clave	Fecha	Version	Elaboro	Reviso
<<Clave del sistema>>	<<Fecha en las que se realizó este documento>>	<<Version de documento>>	<<Quien elaboro el documento>>	<<Quien reviso el documento>>

\_\_\_\_\_  
Firma del líder del proyecto

## Anexo EV\_A2

### Evaluación de objetivos del sistema (EV\_A2)

Objetivos específicos del proyecto:

Objetivos	Prioridad

Id. Atributo	Descripción del atributo: Diseñar una interfaz tangible capas de interactuar con los usuarios	Escala
Nivel	Id. Practica	Descripción de la práctica de gestión

Id. Atributo	Descripción del atributo: Seguir un proceso de gamificación	Escala
Nivel	Id. Practica	Descripción de la práctica de gestión

Objetivos del sistema	CI	AI	PI	NI

Clave	Fecha	Version	Elaboro	Reviso

**Firma del líder del proyecto**

- CI: completamente implementado. Entre 86% y 100 %. Hay evidencias de una completa y sistemática aproximación, y logro total, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. No hay debilidades significativas en las unidades de trabajo.
- AI: ampliamente implementado. Entre 51% y 85%. Hay evidencias de una aproximación sistemática, y logro significativo, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. La ejecución del proceso puede variar en algunas áreas o unidades de trabajo.
- PI: parcialmente implementado. Entre 16% y 50%. Hay evidencia de alguna aproximación, y algún logro, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. Algunos aspectos del cumplimiento del atributo pueden ser impredecibles.
- NI: no implementado. Entre 0% y 15%. Hay muy poco o incluso ninguna evidencia de cumplimiento del atributo definido en el proceso evaluado.

**Referencia**

Pino, F., García, F., Ruiz, F., & Piattini, M. (2006). Adaptación de las normas ISO/IEC 12207: 2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo. *IEEE Latin America Transactions*, 4(2), 17-24.

**Anexo EV\_A3**

**System Usability Scale (EV\_A3)**

ID Participante: \_\_\_\_\_ Sistema: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Instrucciones: Para cada una de las siguientes afirmaciones, marque una casilla que mejor describa sus reacciones al sitio web hoy.

	Totalmente en desacuerdo		Totalmente de acuerdo	
1. Creo que me gustaría utilizar frecuentemente este sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Encontré el sistema innecesariamente complejo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Pienso que el sistema es fácil de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Creo que necesitaré el apoyo de personal técnico para poder utilizar este sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Encontré que varias de las funciones en el sistema estaban bien integradas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Me imagino que la mayoría de las personas podrían aprender a usar este sistema muy rápido.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Encontré el sistema muy difícil de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Me sentí muy confiado (seguro) al utilizar el sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Necesité aprender muchas cosas antes de poder usar este sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Por favor proporcione cualquier comentario sobre la aplicación:

---



---

Este cuestionario está basado en el System Usability Scale (SUS), el cual fue desarrollado por John Brooke mientras trabajaba en Digital Equipment Corporation. © Digital Equipment Corporation, 1986.

## 7.7 Anexo 3 – “Productos (Formatos) base de metodología METUIGA iteración 1”

### ER\_A2-1

#### Identificar los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar

##### Propósito

El presente documento tiene como propósito definir los requerimientos necesarios para cumplir con el proyecto titulado “GeoTan”. Este será utilizado por alumnos que presenten alguna discapacidad visual para mejorar sus conocimientos en el área Geometría. La Geometría contribuye fuertemente al desarrollo de sus capacidades de organización y orientación espacial. Los beneficios que para el estudiante ciego tiene conocer, manipular, representar e interiorizar una amplia de recursos son evidentes. Estos se reflejarán en su capacidad de abstracción, en la elaboración de estrategias de generalización y en la construcción de categorías neutrales de mayor complejidad.

##### Alcance:

- El usuario será capaz de interactuar por medio de elementos físicos a través de una interfaz tangible la cual le propondrá diferentes actividades y le otorgará retroalimentación para fortalecer su conocimiento.
- La interfaz tangible será capaz de identificar diferentes figuras geométricas para otorgar retroalimentación al usuario
- El usuario podrá responder preguntas sobreponiendo la figura que el considere correcta en la interfaz tangible.
- El sistema deberá otorgar las instrucciones por medio de voz

##### Quien pide el programa

El proyecto es un sistema que pertenecerá a la maestría en ciencias de la computación de la universidad autónoma de Aguascalientes.

**Fecha de inicio: 08/01/2020**

**Fecha de finalización: 31/03/2020**

##### Con que herramientas se plantea realizar el sistema

El sistema utilizara la reactivision una plataforma de código libre para utilizar interfaces tangibles, Unity 3D para el desarrollo de la aplicación, SQLite para el manejo de base de datos.

##### Porque la creación del sistema

Debido a que la principal herramienta para conocer el entorno en las personas con problemas visuales son sus manos, se decidió crear este sistema para enseñar geometría con el objetivo de que puedan manipular los diferentes objetos y relacionarlos con las preguntas que se les apliquen.

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>08/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

\_\_\_\_\_  
Firma del líder del proyecto

ER\_A3-1

**Identificar las características del proyecto gamificado**

**Objetivo general:**

Crear un sistema para alumnos de primaria que presenten alguna discapacidad visual utilizando interfaces tangibles y técnicas de gamificación con el objetivo de mejorar sus conocimientos en el área de geometría, identificando diferentes figuras geométricas.

**Tipo de gamificación**

El presente proyecto pertenece al tipo de gamificación de cambio de comportamiento ya que su propósito es mejorar el conocimiento en tema un específico apangándose a las mecánicas y dinámicas recomendadas para conseguir ese propósito.

**Objetivos específicos del proyecto:**

*Se describirán los objetivos específicos para cumplir con el objetivo general, se les deberá asignar una prioridad la cual puede ser baja, media o alta.*

<b>Objetivos</b>	<b>Prioridad</b>
<b>Definir las diferentes actividades de geometría que podrían adaptarse al sistema</b>	Alto
<b>Diseñar una interfaz tangible capaz de interactuar con los usuarios</b>	Alto
<b>Definir cuales métodos de gamificación son aptos para este tipo de actividades</b>	Alto
<b>Otorgar retroalimentación al usuario en caso de cometer algún error.</b>	Alto
<b>Definir y realizar los diferentes objetos tangibles para la interacción con la interfaz</b>	Medio
<b>Utilizar un avatar y una tienda para conseguir nuevos personajes</b>	Medio

**Situación futura del sistema una vez gamificado:**

El sistema seguirá un proceso de gamificación específico PBL y estará basado en una serie de recompensas las cuales estarán condicionadas en el logro de las actividades realizadas por los niños con problemas visuales para tener acceso a ellas.

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>METUIGA_001</i>	<i>08/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

**ER\_A4-1**

Generación del caso de uso general y actores involucrados en el sistema.

Diagrama de caso de uso general:

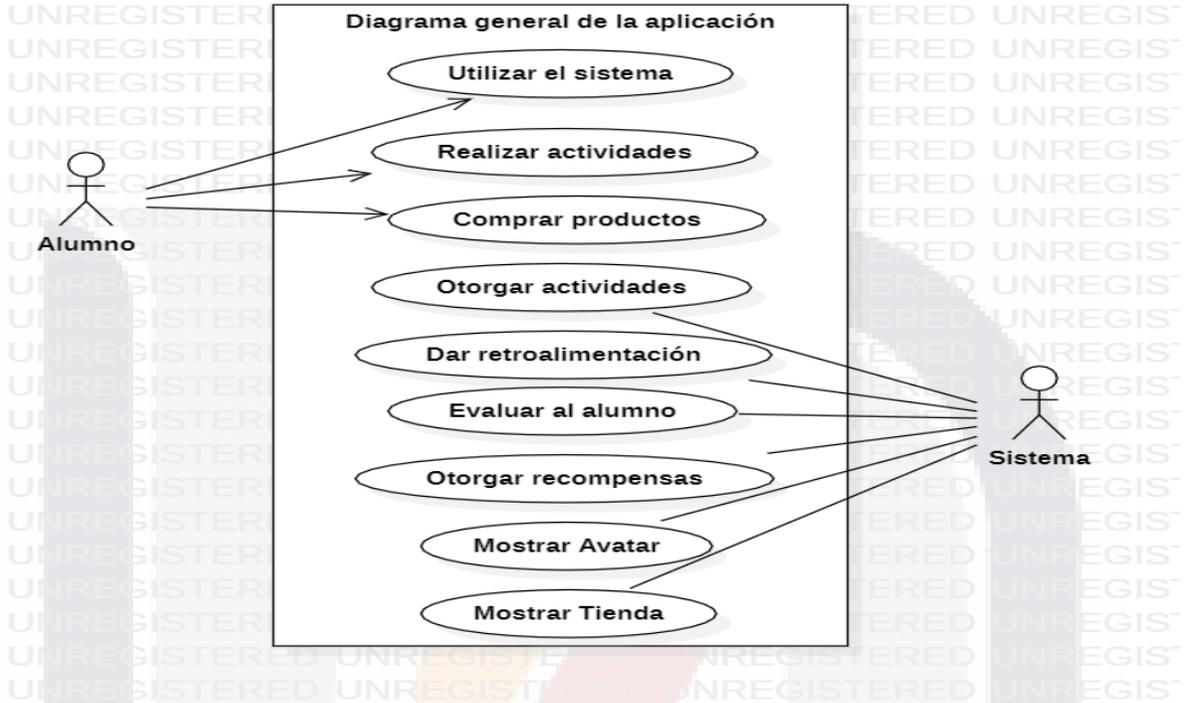


Tabla de actores:

<b>Actor 1:</b>	<b>Alumno</b>
<b>Caso de uso</b>	Realizar actividades, Utilizar el sistema
<b>Descripción</b>	Será el usuario principal de la aplicación y quien interactuará por medio de diferentes actividades propuestas por el sistema

<b>Actor 2:</b>	<b>Sistema</b>
<b>Caso de uso:</b>	Otorgar actividades, Dar retroalimentación, evaluar al alumno, Otorgar recompensas
<b>Descripción:</b>	El sistema será quien proveerá las actividades y evaluará el desempeño del alumno, en base a otorgar retroalimentación o dará recompensas según su trabajo realizado.

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>09/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

Firma del líder del proyecto

ER\_A5-1

Requerimientos funcionales y no funcionales e interfaces de usuario

Tabla de requerimientos

Numero	Nombre	Tipo	Descripción
001	Utilizar el sistema	Funcional	El usuario podrá al sistema para interactuar con el
002	Realizar actividades	Funcional	El usuario podrá realizar actividades dentro del sistema
003	Otorgar actividades	Funcional	El sistema propondrá actividades para mejorar el aprendizaje del usuario
004	Dar retroalimentación	Funcional	El sistema otorgará retroalimentación al usuario en caso de ser necesario
005	Evaluar alumno	Funcional	El sistema evaluará el desempeño del usuario.
006	Otorgar recompensas	Funcional	El sistema otorgará recompensas al usuario en base a su desempeño.
007	Mostrar Avatar	Funcional	El sistema le mostrara su avatar al usuario
008	Mostrar Tienda	Funcional	El sistema le mostrara una tienda al usuario

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>15/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

Firma del líder del proyecto

**Requerimientos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario**

**Requerimiento número:** 001

**Caso de uso:** 1

<b>Nombre:</b>	<i>Utilizar el sistema</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Fecha:</b>	<i>10/01/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>Alta</i>
<b>Descripción:</b>	<i>Este caso de uso es el primero que se inicia cuando se abre el sistema. Muestra las opciones principales que tiene el alumno</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>No tiene precondiciones</i>
<b>Flujo normal:</b>	<p><i>1. El sistema inicia y muestra el menú principal del sistema con tres opciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>-Play</i></li> <li><i>-Tienda</i></li> <li><i>-Avatar</i></li> </ul> <p><i>-Si el usuario selecciona la opción Play: El sistema procederá al caso de uso 2 de este documento</i></p> <p><i>Si el usuario selecciona la opción Tienda: El sistema procederá al caso de uso 7 de este documento</i></p> <p><i>Si el usuario selecciona la opción Avatar: El sistema procederá al caso de uso 8 de este documento</i></p>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>No tiene un flujo alternativo</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>El usuario debe iniciar el sistema</i>

**Propuesta de interfaz inicial:**

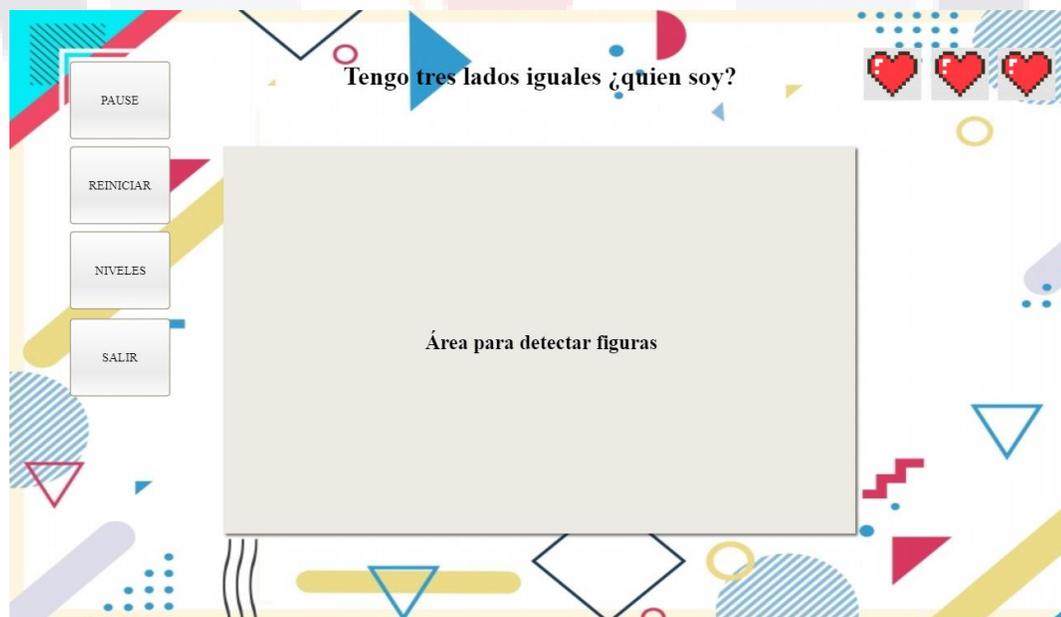


Requerimiento número: 002

Caso de uso: 2

<b>Nombre:</b>	<i>Realizar actividades</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Fecha:</b>	<i>10/01/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>Alta</i>
<b>Descripción:</b>	<i>Este caso de uso se inicia por el alumno. Le proporcionar actividades relacionadas con temas de geometría</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>No tiene precondiciones</i>
<b>Flujo normal:</b>	<p><i>1. El sistema inicia y muestra el menú principal del sistema con tres opciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>-Play</i></li> <li><i>-Tienda</i></li> <li><i>-Avatar</i></li> </ul> <p><i>2. El usuario selecciona la opción play y se me muestran las actividades de la aplicación procedentes del caso de uso 3 de este documento.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>-Una vez seleccionado el nivel el sistema le realiza la pregunta correspondiente por medio de voz</i></li> </ul>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>Dentro de este caso de uso el usuario puede regresar al caso de uso 1</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>El usuario debe iniciar el sistema</i>

Propuesta de interfaz inicial:



Requerimiento número: 003

Caso de uso: 3

<b>Nombre:</b>	<i>Otorgar actividades</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>12/01/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>Media</i>
<b>Descripción:</b>	<i>Este caso de uso se inicia por el alumno. Le proporciona la opción de seleccionar el nivel de la actividad a realizar.</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>El alumno debe realizar seleccionar play en el caso de uso 1 de este documento</i>
<b>Flujo normal:</b>	<p><i>1. El sistema inicia y muestra el menú principal del sistema con tres opciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>-Play</i></li> <li><i>-Tienda</i></li> <li><i>-Avatar</i></li> </ul> <p><i>2. El usuario selecciona la opción Play y se ejecuta este caso de uso mostrando los niveles de las actividades que puede realizar.</i></p> <p><i>Una vez que el usuario selecciona un nivel se procede al caso de uso 2 de este documento.</i></p>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>Dentro de este caso de uso el usuario puede regresar al caso de uso 1</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>El usuario debe iniciar el sistema</i>

Propuesta de interfaz inicial:



Requerimiento número: 004

Caso de uso: 4

<b>Nombre:</b>	<i>Dar retroalimentación</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>11/01/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>Media</i>
<b>Descripción:</b>	<i>Este caso de uso se inicia por el sistema una vez que el alumno realiza el caso de uso 2 de este documento y le proporciona retroalimentación en base a su rendimiento.</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>El alumno debe concluir el caso de uso 2 de este documento.</i>
<b>Flujo normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li><i>1. El alumno termina el caso de uso 2</i></li><li><i>2. El sistema analiza el rendimiento del alumno en el caso de uso 2</i></li><li><i>3. El sistema le proporciona retroalimentación en base a los resultados obtenidos al evaluar su rendimiento.</i></li></ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>Dentro de este caso de uso el usuario puede regresar al caso de uso 1, 2, 3</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>El usuario debe iniciar el sistema</i>

Propuesta de interfaz inicial:



Requerimiento número: 005

Caso de uso: 5

<b>Nombre:</b>	<i>Evaluar al alumno</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>13/01/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>Media</i>
<b>Descripción:</b>	<i>Este caso de uso se inicia por el sistema una vez que el alumno realiza el caso de uso 2 de este documento y realiza una evaluación en base a su rendimiento.</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>El alumno debe concluir el caso de uso 2 de este documento.</i>
<b>Flujo normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. <i>El alumno termina el caso de uso 2</i></li><li>2. <i>El sistema analiza el rendimiento del alumno en el caso de uso 2</i></li><li>3. <i>El sistema le identificara si el rendimiento fue bueno, malo o regular y procederá al caso de uso 6.</i></li></ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>No tiene flujo alternativo</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>El usuario debe iniciar el sistema</i>

**Propuesta de interfaz inicial:** No tiene una interfaz debido a que es un caso de uso interno.

Requerimiento número: 006

Caso de uso: 6

<b>Nombre:</b>	<i>Otorgar recompensas</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>13/01/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>Media</i>
<b>Descripción:</b>	<i>Este caso de uso se inicia por el sistema una vez que el alumno realiza el caso de uso 2 de este documento y otorga una recompensa en base a su rendimiento.</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>El alumno debe concluir el caso de uso 2 de este documento.</i>
<b>Flujo normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>4. <i>El alumno termina el caso de uso 2</i></li><li>5. <i>El sistema analiza el rendimiento del alumno en el caso de uso 2</i></li><li>6. <i>El sistema le identificara si el rendimiento fue bueno, malo o regular</i></li><li>7. <i>El sistema analiza si el usuario es acreedor a algún tipo de recompensa</i><ol style="list-style-type: none"><li>a. <i>En caso de merecer una recompensa se le mostrará en pantalla y posteriormente podrá visualizarlo en el caso de uso 7</i></li><li>b. <i>En caso de no merecer una recompensa el sistema no mostrara nada.</i></li></ol></li></ol>

<b>Flujo alternativo:</b>	<i>No tiene flujo alternativo</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>El usuario debe iniciar el sistema</i>

**Propuesta de interfaz inicial:**



**Requerimiento número:** 007

**Caso de uso:** 7

<b>Nombre:</b>	<i>Mostrar avatar</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>13/01/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>Media</i>
<b>Descripción:</b>	<i>Este caso de uso se inicia por el alumno. Le proporciona la opción de ver su avatar y varias características logradas en el sistema</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>El alumno debe realizar el caso de uso 7 de este documento</i>
<b>Flujo normal:</b>	<p><i>1. El sistema inicia y muestra el menú principal del sistema con tres opciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>-Play</i></li> <li><i>-Tienda</i></li> <li><i>-Avatar</i></li> </ul> <p><i>2. El usuario selecciona la opción Avatar y se muestran el avatar relacionado con el usuario, sus logros(recompensas), su proceso, el dinero virtual acumulado y su clasificación (novato, intermedio, experto).</i></p>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>Dentro de este caso de uso el usuario puede regresar al caso de uso 1</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>El usuario debe iniciar el sistema</i>

**Propuesta de interfaz inicial:**



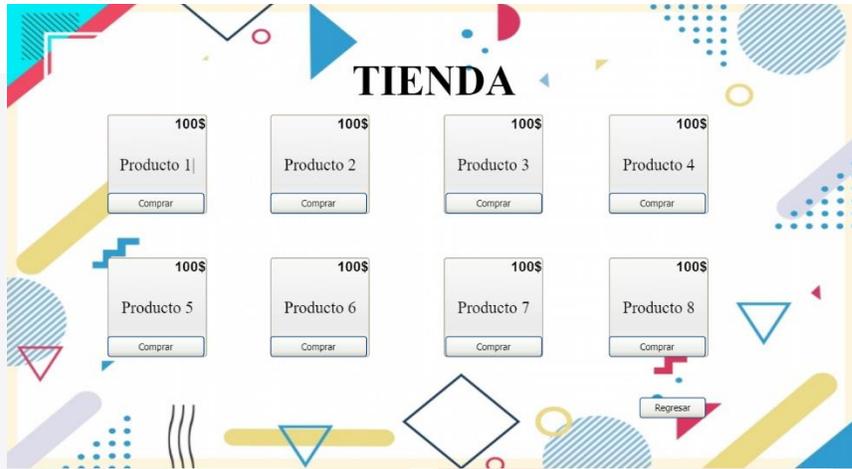
**Requerimiento número: 008**

**Caso de uso: 8**

<b>Nombre:</b>	<i>Mostrar tienda</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>14/01/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>Media</i>
<b>Descripción:</b>	<i>Este caso de uso se inicia por el alumno. Le proporciona la opción de comprar productos dentro de la tienda virtual del sistema</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>El alumno debe realizar el caso de uso 8 de este documento</i>
<b>Flujo normal:</b>	<p><i>1. El sistema inicia y muestra el menú principal del sistema con tres opciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>-Play</i></li> <li><i>-Tienda</i></li> <li><i>-Avatar</i></li> </ul> <p><i>2. El usuario selecciona la opción Tienda y se muestran los productos que están disponibles para comprar</i></p> <p><i>-Si el usuario selecciona comprar, se verifica que cuente con la cantidad virtual de dinero para conseguir el producto seleccionado.</i></p> <p><i>Si el dinero es suficiente se le otorgará el producto y habilitara la opción de usar, además se le mencionara vía audio que el producto fue comprado.</i></p>

	<i>Si el dinero no es suficiente se le informara por medio de audio que no cuenta con el dinero necesario.</i>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>Dentro de este caso de uso el usuario puede regresar al caso de uso 1</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>El usuario debe iniciar el sistema</i>

**Propuesta de interfaz inicial:**



**EG\_A1-1**

**Desafíos y misiones para implementar en el sistema gamificado**

**DESAFIOS DEL SISTEMA**

<b>Título</b>	<b>Descripción</b>
<b>Iníciate</b>	El usuario realiza su primera actividad dentro del sistema
<b>Vamos avanzando</b>	El usuario realiza satisfactoriamente su primera actividad
<b>Consigue la perfección</b>	El usuario realiza satisfactoriamente una actividad con la máxima cantidad de estrellas
<b>Utiliza la opción de tiempo</b>	El usuario activara la opción de tiempo en el sistema
<b>Contrarreloj</b>	El usuario consigue realizar una actividad antes de que termine el tiempo
<b>Contrarreloj perfecto</b>	El usuario consigue realizar una actividad con el máximo de estrellas antes de que termine el tiempo

**MISIONES DEL SISTEMA**

<b>Título</b>	<b>Descripción</b>
<b>Constantemente</b>	El usuario utiliza la aplicación tres veces en una semana
<b>En ascenso</b>	El usuario realiza satisfactoriamente tres actividades seguidas en su primer intento

<b>Superándote</b>	El usuario consigue mejorar su puntuación en alguna actividad realizada anteriormente
<b>Aventúrate</b>	El usuario visita todas las interfaces del sistema
<b>Aprendiz</b>	El usuario realiza todas las actividades de una sección
<b>Aprendiz en ascenso</b>	El usuario realiza todas las actividades con el máximo de estrellas
<b>Intermedio</b>	El usuario completa el 75% de las actividades
<b>Intermedio en ascenso</b>	El usuario realiza el 75% de las actividades con el máximo de estrellas
<b>Experto</b>	El usuario completa el 100% de las actividades
<b>Experto en ascenso</b>	El usuario completa el 100% de las actividades con el máximo de estrellas
<b>Describe</b>	Utiliza todos los objetos tangibles

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>METUIGA_001</i>	<i>17/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

**EG\_A2-1**

**Clasificar las misiones comunes, individuales y colectivas**

**ANEXO A**

**SISTEMA DE MISIONES INDIVIDUALES**

<b>TÍTULO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INSIGNIA</b>
<b>Iníciate</b>	El usuario realiza su primera actividad dentro del sistema	001
<b>Constantemente</b>	El usuario utiliza la aplicación tres veces en una semana	002
<b>En ascenso</b>	El usuario realiza satisfactoriamente tres actividades seguidas en su primer intento	003
<b>Superándote</b>	El usuario consigue mejorar su puntuación en alguna actividad realizada anteriormente	004
<b>Aventúrate</b>	El usuario visita todas las interfaces del sistema	005
<b>Aprendiz</b>	El usuario realizará todas las actividades de una sección	006
<b>Aprendiz en ascenso</b>	El usuario realiza todas las actividades con el máximo de estrellas	007
<b>Intermedio</b>	El usuario completa el 75% de las actividades	008
<b>Intermedio en ascenso</b>	El usuario realiza el 75% de las actividades con el máximo de estrellas	009
<b>Experto</b>	El usuario completa el 100% de las actividades	010
<b>Experto en ascenso</b>	El usuario completa el 100% de las actividades con el máximo de estrellas	011
<b>Descubre</b>	Utiliza todos los objetos tangibles	012

**INSIGNIAS**

<b>Nro.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
<b>001</b>	<i>¡Has realizado tu primera actividad!</i>	<i>Cumple misión «Iníciate».</i>	
<b>002</b>	<i>¡Has usado la aplicación por más de tres días esta semana!</i>	<i>Cumple misión «Constantemente».</i>	
<b>003</b>	<i>¡Has completado tres actividades seguidas!</i>	<i>Cumple misión «En ascenso».</i>	
<b>004</b>	<i>¡Has mejorado tu puntuación en alguna actividad que ya habías realizado!</i>	<i>Cumple misión «Superándote ».</i>	
<b>005</b>	<i>¡Has visitado todas las interfaces del sistema!</i>	<i>Cumple misión «Aventúrate ».</i>	
<b>006</b>	<i>¡Has realizado todas las actividades de una sección!</i>	<i>Cumple misión «Aprendiz ».</i>	

<b>007</b>	<i>¡Has realizado todas las actividades de una sección con el máximo de estrellas!</i>	<i>Cumple misión «Aprendiz en ascenso».</i>	
<b>008</b>	<i>¡Has completado el 75% de las actividades!</i>	<i>Cumple misión «Intermedio».</i>	
<b>009</b>	<i>¡Has completado el 75% de actividades con el máximo de estrellas</i>	<i>Cumple misión «Intermedio en ascenso».</i>	
<b>010</b>	<i>¡Has completado el 100% de las actividades!</i>	<i>Cumple misión «Experto».</i>	
<b>011</b>	<i>¡Has completado el 100% de actividades con el máximo de estrellas</i>	<i>Cumple misión «Experto en ascenso».</i>	
<b>012</b>	<i>¡Has utilizado todos los objetos tangibles!</i>	<i>Cumple misión «Descubre».</i>	

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>METUIGA_001</i>	<i>18/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

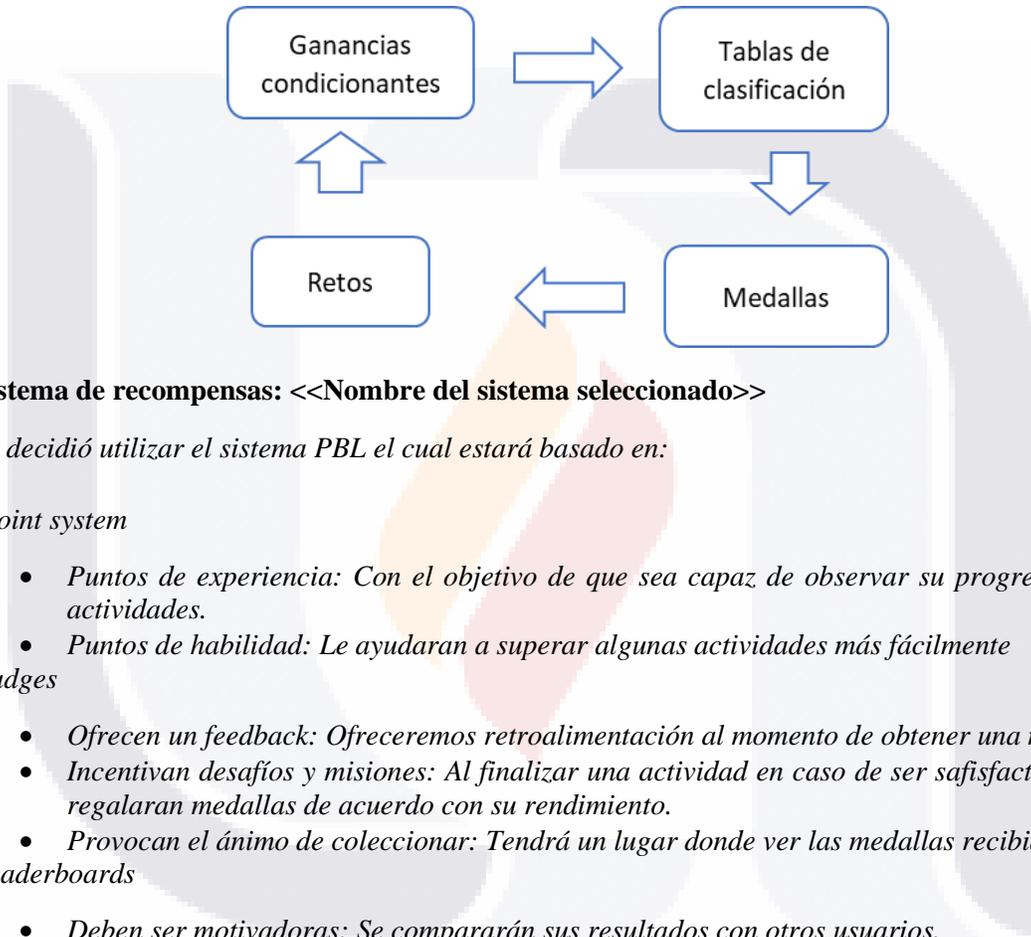
**EG\_A3-1**

**Diseñar la Estructura de gamificación del sistema**

*En esta sección se seleccionará la estructura de gamificación del sistema y se elegirán las técnicas mecánicas y técnicas de gamificación para el usuario.*

**Estructura de gamificación del proyecto: <<Nombre del proyecto>>**

*Ejemplo: Para este proyecto se decidió utilizar solo cuatro etapas del proceso de gamificación.*



**Sistema de recompensas: <<Nombre del sistema seleccionado>>**

*Se decidió utilizar el sistema PBL el cual estará basado en:*

*Point system*

- *Puntos de experiencia: Con el objetivo de que sea capaz de observar su progreso en las actividades.*
- *Puntos de habilidad: Le ayudaran a superar algunas actividades más fácilmente*

*Badges*

- *Ofrecen un feedback: Ofreceremos retroalimentación al momento de obtener una medalla.*
- *Incentivan desafíos y misiones: Al finalizar una actividad en caso de ser satisfactoria se le regalaran medallas de acuerdo con su rendimiento.*
- *Provocan el ánimo de coleccionar: Tendrá un lugar donde ver las medallas recibidas.*

*Leaderboards*

- *Deben ser motivadoras: Se compararán sus resultados con otros usuarios.*

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>18/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

**Firma del líder del proyecto**

**EG\_A4-1**

**Diseñar la interfaz de un avatar para el sistema**

**Diseño del avatar propuesto para el proyecto: Geometría tangible**

**Avatar propuesto:**



Se propone la siguiente estructura para visualizar un avatar.

El usuario podrá ver su progreso, nivel (Novato, Intermedio, Experto) observar su dinero acumulado, así como las medallas obtenidas junto con una descripción de las mismas al momento de presionar alguna de estas.

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>19/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

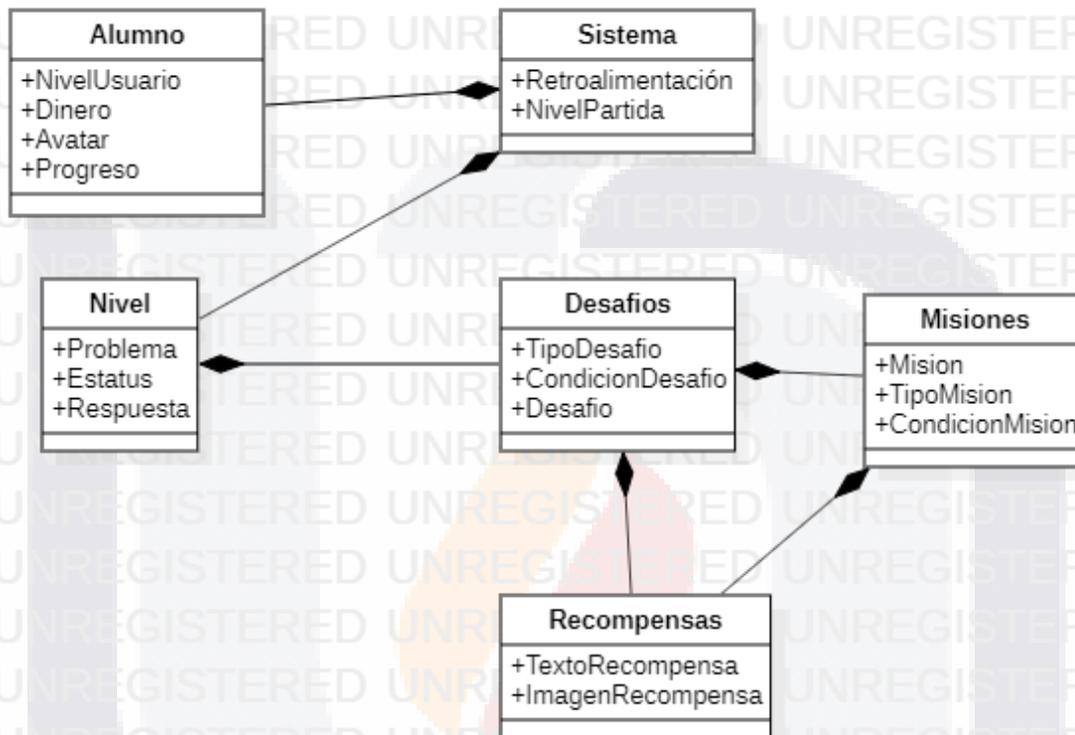
---

**Firma del líder del proyecto**

EG\_A5-1

**Diagrama de clase del sistema**

**Diagrama de clase del proyecto: GeoTang**



Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	20/01/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

Firma del líder del proyecto

EG\_A6-1

Diagramas dinámicos del flujo del sistema

Diagrama de secuencia del caso de uso: Utilizar el sistema

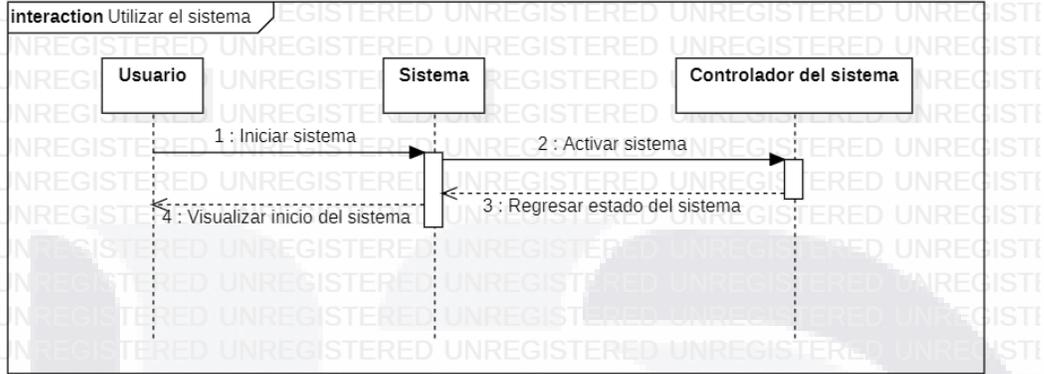
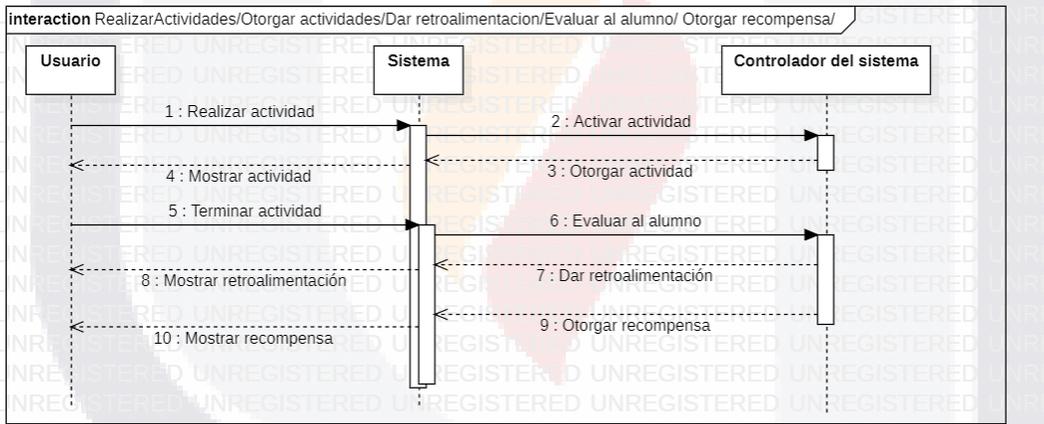
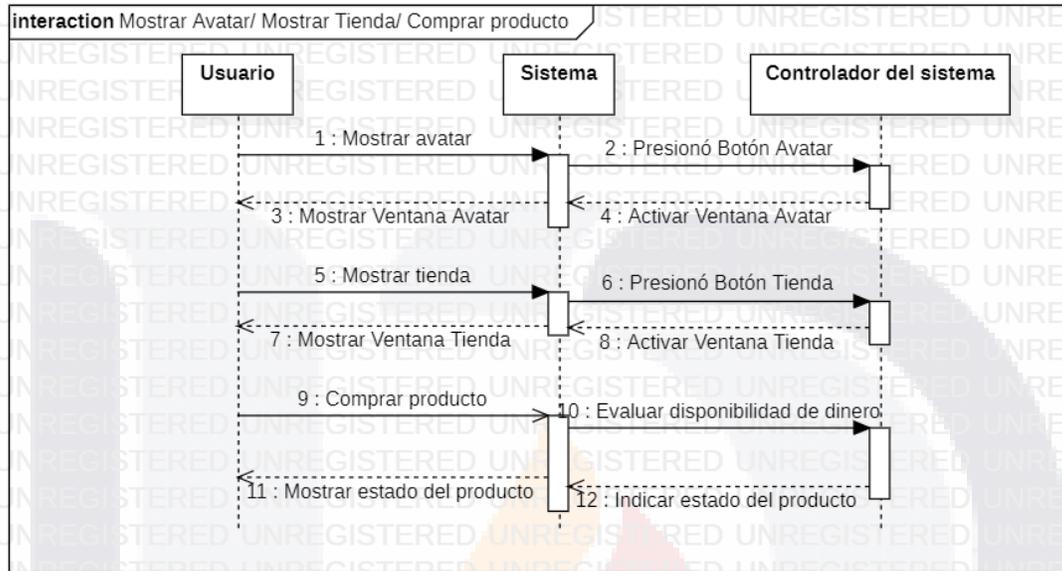


Diagrama de secuencia del caso de uso: Realizar Actividades/Otorgar actividades/Dar retroalimentación/Evaluar a alumno/Dar recompensa



**Diagrama de secuencia del caso de uso: Mostrar Avatar/Mostrar Tienda/Comprar Producto**



Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>20/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

\_\_\_\_\_  
**Firma del líder del proyecto**

EG\_A7-1

Diseños estáticos de las interfaces involucrando a los usuarios finales y considerando las mecánicas y dinámicas a implementar

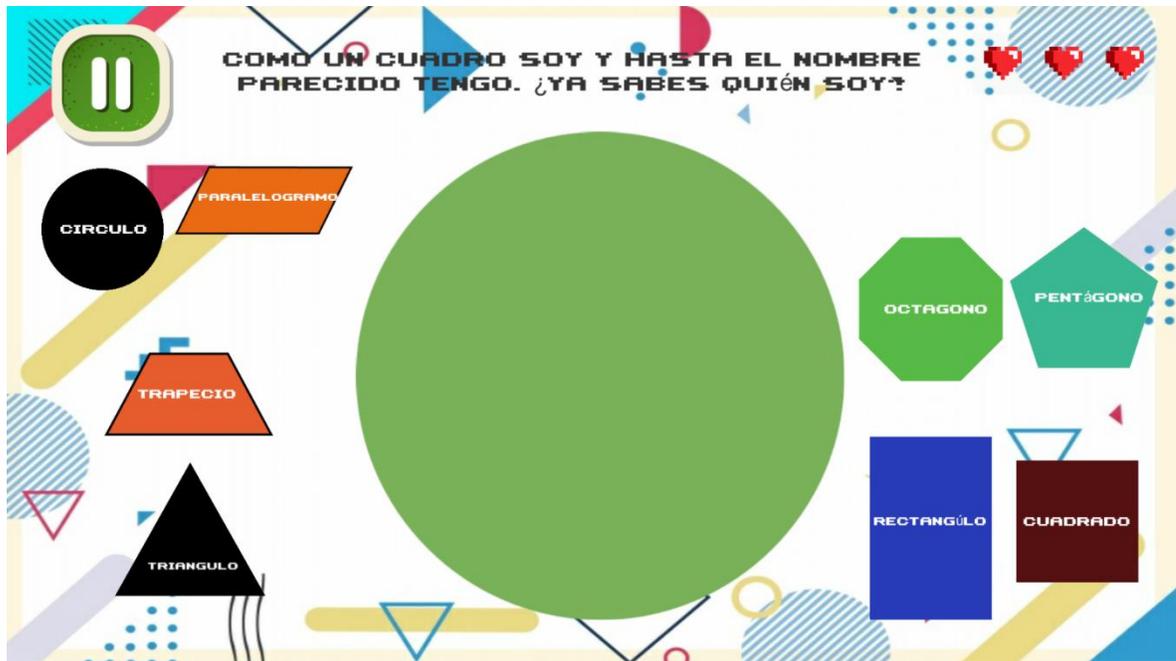
Interfaz gráfica: Utilizar el sistema



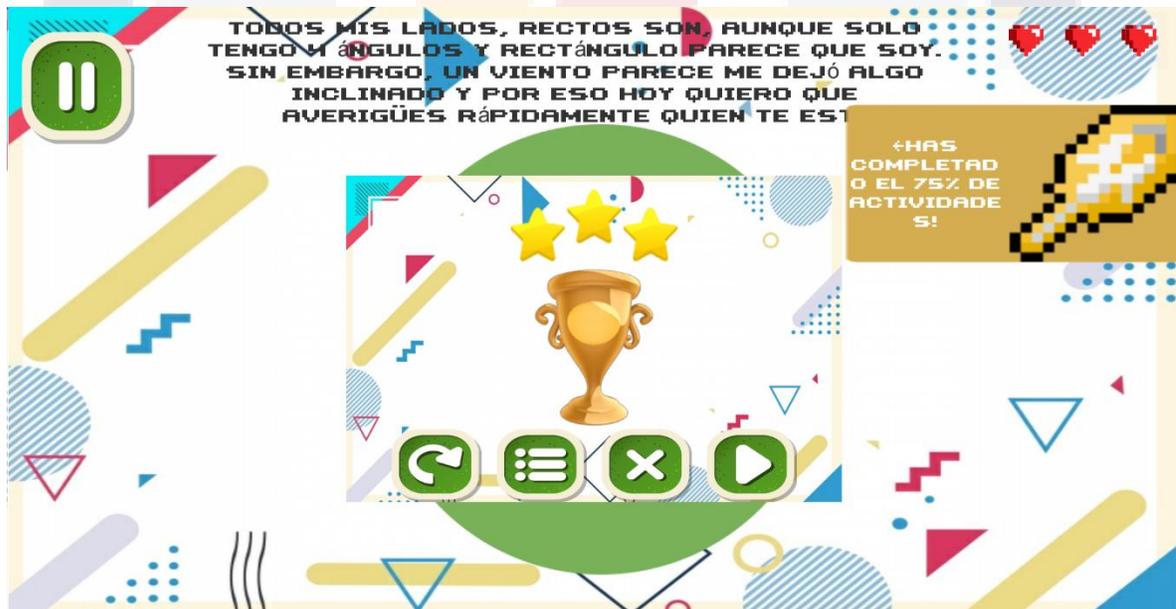
Interfaz gráfica: Otorgar actividades



**Interfaz gráfica: Realizar actividades**



**Interfaz gráfica: Evaluar Alumno /Dar retroalimentación/ Otorgar recompensa**



Interfaz gráfica: Mostrar Avatar



Interfaz gráfica: Mostrar Tienda/ Comprar producto



Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	20/01/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

Firma del líder del proyecto

EG\_A8-1

**Diseños dinámicos de las interfaces involucrando a los usuarios finales**

**Diseño dinámico: GeoTang**



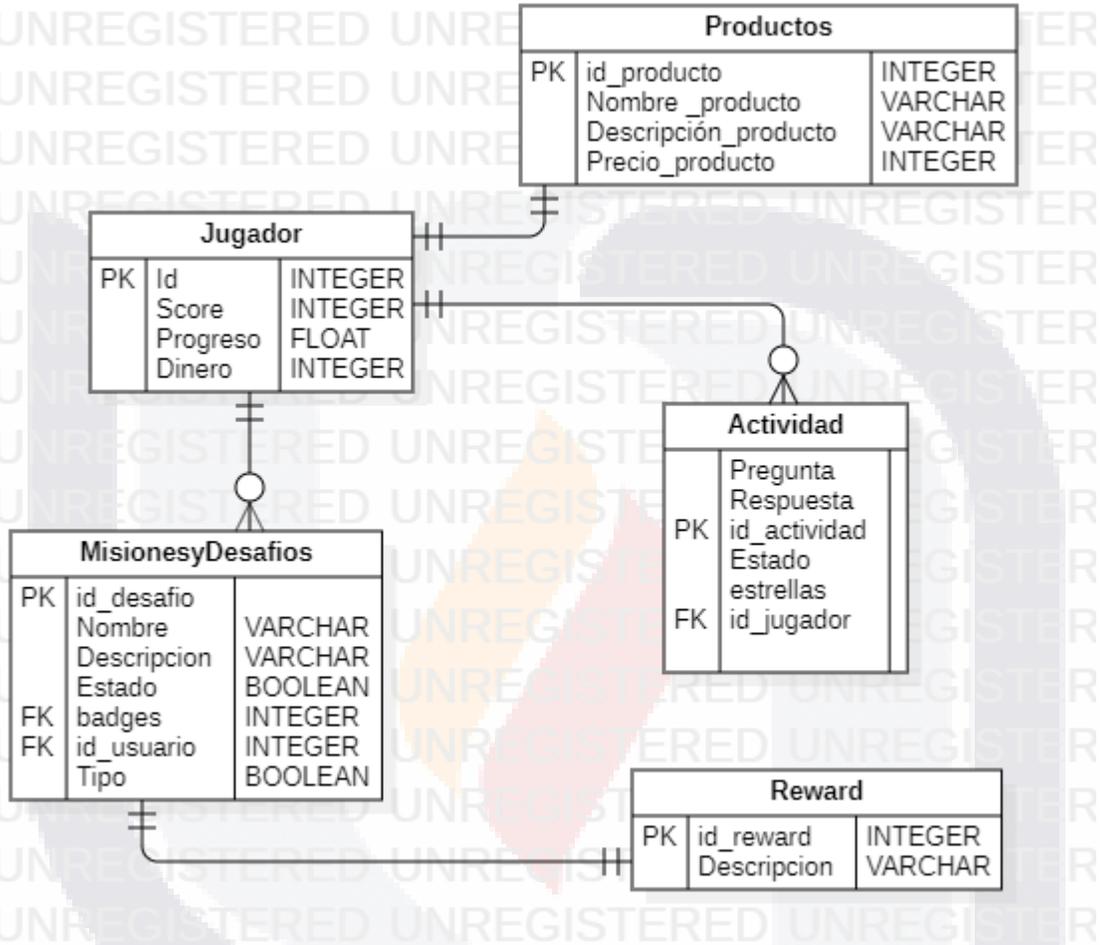
Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	23/01/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

\_\_\_\_\_  
Firma del líder del proyecto

**EG\_A9-1**

**Modelado y construcción del diseño de base de datos**

**Modelo entidad relación de la base de datos: GeoTang.DB**



**\*La tabla de índices y normalización de datos se encuentra en el mismo modelo entidad relación**

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>24/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

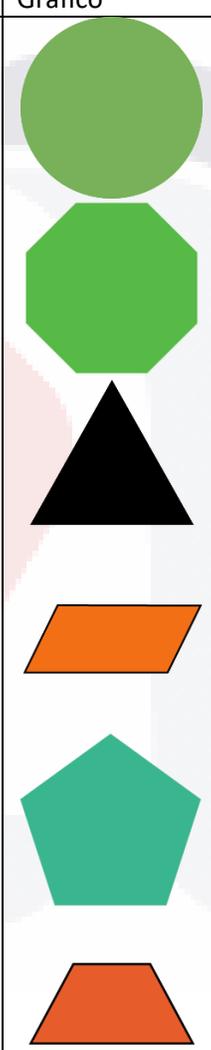
---

**Firma del líder del proyecto**

**EG\_A11-1**

**Diseñar y clasificar los objetos tangibles considerando la información de las interfaces diseñadas**

*En esta sección diseñaremos los objetos que interactuaran con la interfaz tangible y describiremos su comportamiento dentro de la misma.*

Tac	Representación		Asociación		Manipulación	
	Variable	Token	Restricción	Gráfico	Acción	Respuesta
01	Desencadenante de parámetro en la interfaz tangible.	Figura – Objeto geométrico	El usuario debe estar en la pantalla de actividad		Agregar	Aparece el objeto en pantalla, Si se arrastra dentro del círculo activara la opción de evaluación
					Remove	Desaparece de la pantalla
					Mover	Se mueve en la pantalla en sintonía con la interfaz tangible

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	22/01/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

Firma del líder del proyecto

**EN\_A1-1**

**Identificar un estándar de codificación para la programación del sistema**

**Estándar de codificación seleccionado: PascalCasing y camelCasing**

**¿Porque la selección de ese estándar?**

Se selecciono este estándar de codificación dado que es un procedimiento de programación común en el lenguaje **Java** y **.Net**. La nomenclatura está compuesta por tantas palabras como sean necesarias. La primera letra de cada una de las palabras irá siempre en mayúsculas.

**Ejemplo del estándar seleccionado:**

PascalCasing: GetInformation y no GetTheInformation.

```
public class ClientInformation
{
    public void ClearData()
    {
        //...
    }
    public void CalculateData()
    {
        //...
    }
}
```

Ejemplo camelCasing:

```
public class EventLog
{
    public void Add(LogEvent logEvent)
    {
        int itemCount = logEvent.Items.Count;
        // ...
    }
}
```

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>23/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

EN\_A2-1

Aplicar el estándar de codificación seleccionado

Estándar de codificación seleccionado: PascalCasing y camelCasing

Aplicación del estándar en el sistema: GeoTang

```

1 reference
8 public class TiendaController : MonoBehaviour
9 {
10     1 reference
11     public Sprite [] productoImagen;
12     2 references
13     public Text DineroUsuario;
14     1 reference
15     public static TiendaController instance;
16     0 references
17     public void ComprarProducto(int costo, int id, GameObject producto){
18
19         Debug.Log("PRODUCTO ENTRO");
20
21         string name = EventSystem.current.SelectedGameObject.name;
22         if(!name.Equals("Aplicar") && PlayerPrefs.GetInt("DineroUsuario") >= 0 && costo <= PlayerPrefs.Get
23             PlayerPrefs.SetInt("DineroUsuario", PlayerPrefs.GetInt("DineroUsuario") - costo);
24             DineroUsuario.text = ""+PlayerPrefs.GetInt("DineroUsuario");
25             Debug.Log("El id es: "+id.ToString());
26             UPDATE((id + 1).ToString());
27             producto.GetComponentInChildren<Text>().text = "Aplicar";
28             producto.name="Aplicar";
29             Debug.Log("PRODUCTO COMPRADO");
30         }
31
32         if(name.Equals("Aplicar")){
33             PlayerPrefs.SetInt("idAvatar", id);
34         }
35     }
36
    
```

```

52     //Debug.Log("Maestro");
53 }
54 }
55 }
56
57     0 references
58     public void ActualizarDinero(){
59         if(PlayerPrefs.HasKey("DineroUsuario")){textMoney.text= "" + PlayerPrefs.GetInt("DineroUsuar
60         else{ textMoney.text="000";}
61     }
62
63     0 references
64     public void MostrarAvatar(){
65         //Mostrar imagen default
66         if(PlayerPrefs.HasKey("idAvatar")){
67             //avatarImage.sprite = avatar[PlayerPrefs.GetInt("idAvatar")];
68             avatarImage.enabled = false;
69             for(int i=0;i<avatarAnimation.Length;i++){
70                 if(i == PlayerPrefs.GetInt("idAvatar")){
71                     avatarAnimacion[PlayerPrefs.GetInt("idAvatar")].SetActive(true);
72                 }else{
73                     avatarAnimacion[i].SetActive(false);
74                 }
75             }
76         }
77     }
78
79     0 references
80     string descripciónBadges;
81
82     0 references
83     int numInsignia;
84
85     1 reference
86     void activarBadges(int numInsignia){
87         badgesUser[numInsignia -1].SetActive(true);
88     }
89
90
    
```

```

File Edit Selection View Go Run Terminal Help ProgressPlay.cs - MatUI - Visual Studio Code
Assets > Script > ProgressPlay.cs
7 public class ProgressPlay : MonoBehaviour
8 {
9     public Transform LoadingBar;
10    public Transform TextIndicator;
11    public Transform TextLoading;
12    [SerializeField] private float currentAmount;
13    [SerializeField] private float speed = 0;
14
15    bool cambio = false;
16    public bool accion = true;
17    public GameObject Pantalla;
18    // Update is called once per frame
19    void Update()
20    {
21        if(cambio){
22            if(currentAmount < 100){
23                currentAmount += speed + Time.deltaTime;
24                TextIndicator.GetComponent<Text>().text = ((int)currentAmount).ToString()+"%";
25                //TextLoading.gameObject.SetActive(true);
26            }else{
27                //TextLoading.gameObject.SetActive(false);
28                TextIndicator.GetComponent<Text>().text = "Done!";
29                sceneChange();
30                Debug.Log("Cambio scena");
31            }
32            LoadingBar.GetComponent<Image>().fillAmount = currentAmount / 100;
33        }
34    }
35
36    void OnTriggerEnter2D(Collider2D col)
37    {
38        cambio = true;
39    }
40
41    void OnTriggerExit2D(Collider2D col)

```

```

File Edit Selection View Go Run Terminal Help GameController.cs - MatUI - Visual Studio Code
Assets > Script > GameController.cs
7 using UnityEngine.SceneManagement;
8 public class GameController : MonoBehaviour
9 {
10    /*Variables del sistema */
11    public Text mostrarPregunta, mostrarScore, scorePanel;
12    public GameObject panelFinalizacion, panelPause, panelBadges;
13    public AudioSource fuenteAudio;
14    public int FiguraEntrante;
15    public int guardarIntentos = 3;
16    int guardarScore = 0;
17    public Image colorFondo;
18    public Sprite Estrella;
19    public Image MostrarCopa, MBadges;
20    public Image [] Estrellas;
21    public Sprite [] Copas;
22    public GameObject [] Corazones;
23    public GameObject cajafiguras;
24    // Start is called before the first frame update
25    public string Pregunta;
26    public int Respuesta, rewards;
27
28    public static GameController instance;
29    void Start()
30    {
31        instance = this;
32        Debug.Log(PlayerPrefs.HasKey("PrimerIngreso"));
33        if(PlayerPrefs.HasKey("PrimerIngreso")){
34            // SeleccionarActividad();
35        }
36    }
37
38
39    public void SeleccionarActividad(){
40        if(!PlayerPrefs.HasKey("DineroUsuario")){
41            PlayerPrefs.SetInt("DineroUsuario", 0);

```

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>30/01/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

Firma del líder del proyecto

EN\_A3-1

Diseñará un diagrama de componentes el cual muestra la organización y las dependencias entre un conjunto de componentes

Diagrama de componentes del sistema: GeoTang

Diagrama de componentes

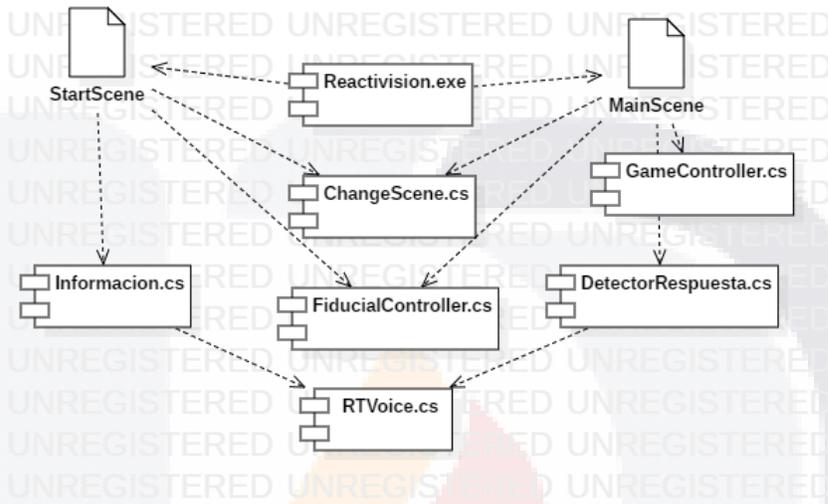
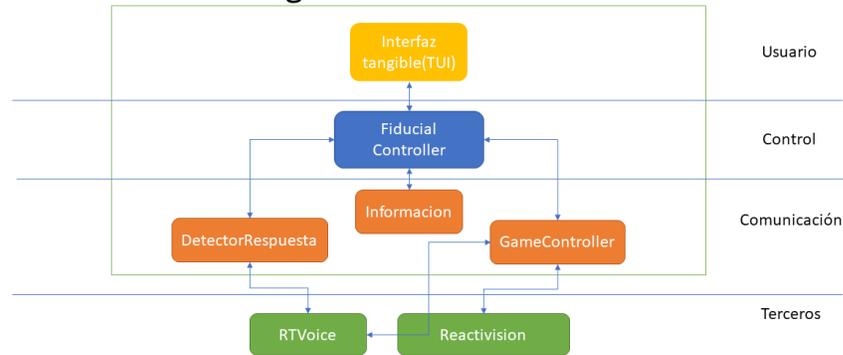


Diagrama de módulos



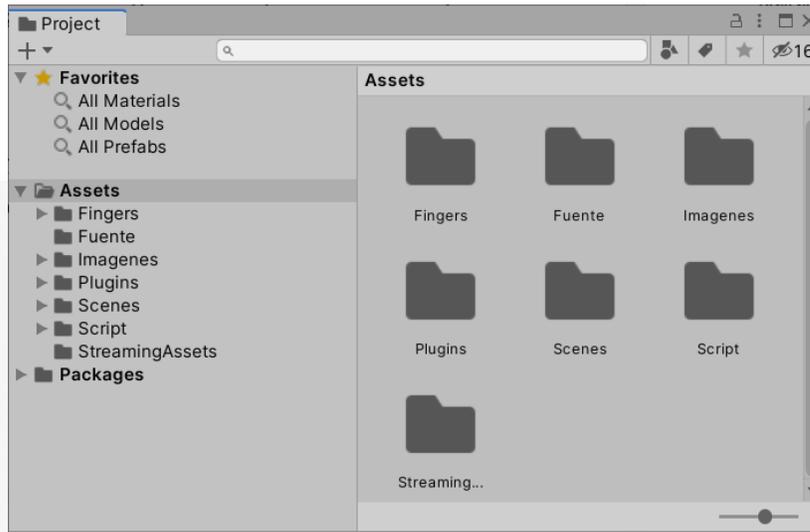
Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	03/02/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

Firma del líder del proyecto

**EN\_A4-1**

**Diagrama de estructura de directorios, archivos finales del sistema y tabla de Información de contenido de carpetas del sistema**

**Diagrama de estructura del sistema: GeoTang**



**Estructura de directorios  
Información del contenido de las carpetas**

<b>Carpeta</b>	<b>Contenido</b>
<b>Imágenes</b>	Contiene todos los archivos .jpg o .png utilizados para la interfaz de la aplicación
<b>Fuente</b>	Contiene las fuentes utilizadas en la interfaz de usuario
<b>Plugins</b>	Contiene todos los archivos de RTVoice necesarios para utilizar la herramienta
<b>Fingers</b>	Contiene todos los scripts necesarios para manipular los objetos en dispositivos touch
<b>Scenes</b>	Contiene las escenas generadas en el sistema
<b>Script</b>	Contiene todos los scripts creados por el desarrollador para que funcione el sistema
<b>Streaming Assets</b>	Contiene todos los archivos de Reactivision necesarios para utilizar la herramienta
<b>Packages</b>	Contiene archivos de archivos de unity para utilizar sus herramientas en caso de ser necesarias

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>METUIGA_001</i>	<i>04/02/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

**Firma del líder del proyecto**

**EV\_A1-2**

**Evaluación preliminar del sistema**

Realizamos una prueba preliminar de la usabilidad del sistema mediante la aplicación de las heurísticas de NIELSEN. Aplicamos el siguiente método.

- Participantes y contexto
  - Se reclutaron a cinco participantes entre 20 y 25 años siguiendo las recomendaciones donde establecen de tres a cinco evaluadores para un sistema. La evaluación se realizó en un entorno informal. se les hizo llegar las pantallas del sistema, así como el instrumento de evaluación.
- Heurística de NIELSEN
  - La evaluación heurística es un método de ingeniería de usabilidad para encontrar problemas de usabilidad en un diseño de interfaz de usuario para que puedan ser atendidos como parte de un proceso de diseño iterativo. La evaluación heurística implica tener un pequeño conjunto de evaluadores examinar la interfaz y juzgar su cumplimiento con los principios de usabilidad reconocidos. La evaluación heurística se realiza haciendo que cada evaluador individual inspeccione la interfaz solo. Solo después de que se hayan completado todas las evaluaciones, los evaluadores pueden comunicarse y tener sus resultados agregados. Este procedimiento es importante para garantizar la independencia y evaluaciones imparciales de cada evaluador. Al final de la sesión los cinco evaluadores terminaron el cuestionario, y analizando los resultados observamos una media de 8.6 en las heurísticas del sistema, concluyendo que el nivel de usabilidad de nuestro sistema es alto.

Participante	Si	No	N/A
1	8	1	1
2	10	0	0
3	5	3	2
4	10	0	0
5	10	0	0

<b>Media:</b>	8.6	0.8	0.6
<b>Máximo:</b>	10	3	2
<b>Mínimo:</b>	5	0	0

Anexo ejemplo de un instrumento de evaluación contestado:

**Fecha:14/05/2020**

**Evaluador: Basemat Varo Godínez**

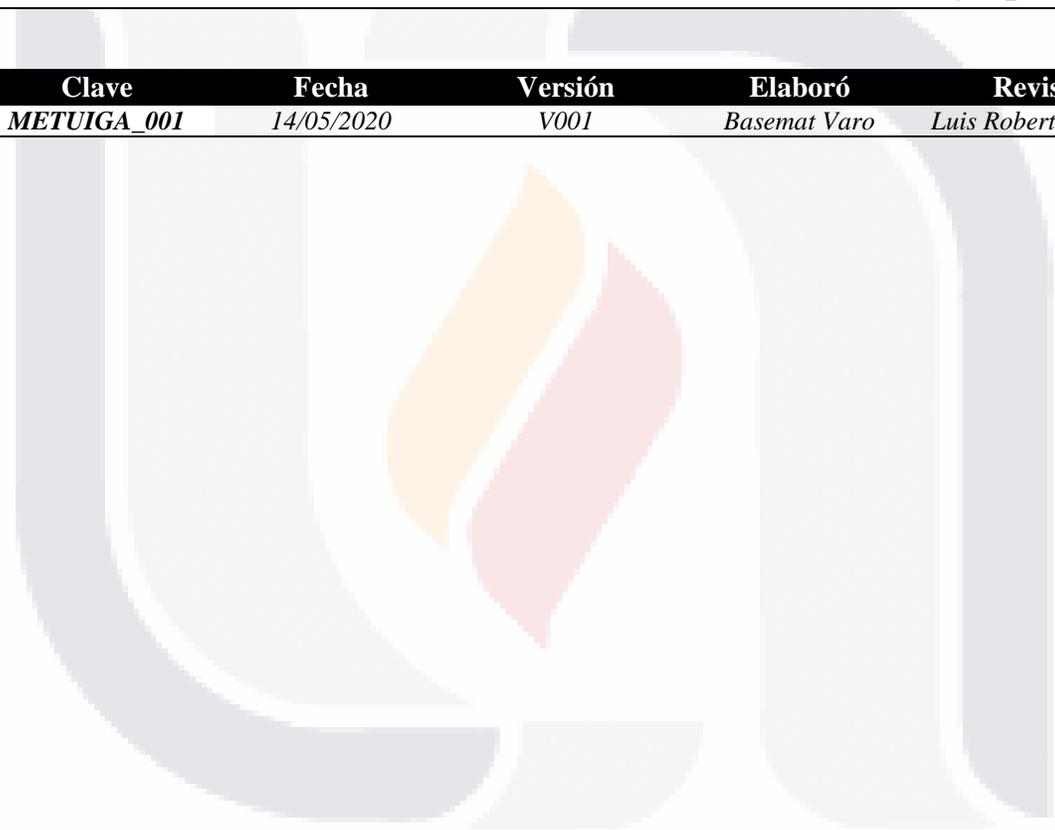
**Sistema: MaTUI**

Instrucciones: Para cada una de las siguientes heurísticas, marque Si – No – N/A según su criterio.

#	Heurística de NIELSEN	Si - No - N/A	Comentarios
1	Visibilidad del estado del sistema: ¿El sistema mantiene a los usuarios informados sobre lo que ocurre, a través de una retroalimentación apropiada en un tiempo razonable?	Si	
2	Empate entre el sistema y el mundo real: ¿El sistema habla en el lenguaje del usuario, con palabras, frases y conceptos familiares para él? ¿Utiliza convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico?	Si	Esta sencillo.
3	Control y libertad del usuario: A menudo los usuarios eligen funcionalidades por error y necesitan una “puerta de emergencia” para salir del estado indeseado. ¿Ofrece soporte para deshacer y rehacer acciones?	Si	
4	Consistencia y estándares: Los usuarios no deben tener que preguntarse si las diversas palabras, situaciones, o acciones significan la misma cosa. Que se sigan las normas y convenciones de la plataforma sobre la que está implementando el sistema.	Si	La pregunta esta confusa.
5	Prevención de errores: Antes que diseñar buenos mensajes de error, es mejor evitar que el problema ocurra.	Si	
6	Reconocimiento mejor que recuerdo: Minimizar la carga de memoria del usuario haciendo que los objetos, las acciones y las opciones estén visibles. El usuario no debe tener que recordar la información de una parte del diálogo a otra.	Si	
7	Flexibilidad y eficiencia de uso: Los aceleradores, no vistos por el usuario principiante, mejoran la interacción para el usuario experto de tal manera que el sistema puede servir para usuarios inexpertos y experimentados. Es importante que el sistema permita personalizar acciones frecuentes.	Si	
8	Diseño estético y minimalista: Los diálogos no deberían contener información irrelevante o que se necesite raramente. Cada unidad extra de información en un diálogo compite con la información importante, disminuyendo su visibilidad relativa.	Si	Las instrucciones que usa son sencillas y entiendes claramente lo que está preguntando y la finalidad de la pregunta.
9	Ayudar a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores: Los mensajes de error deben estar expresados en lenguaje llano (sin códigos), indicando con precisión el problema y sugiriendo una solución.	N/A	
10	Ayuda y documentación: Aunque es mejor que se pueda usar el sistema sin documentación, es necesario proveer al usuario de ayuda y documentación. Esta tiene que ser fácil de buscar, centrada en las tareas del usuario, con información de las etapas a realizar y que no sea muy extensa.	No	El sistema no cuenta con documentación. Aunque no creo que sea tan indispensable.

Heurística de NIELSEN	Si	No	N/A
Visibilidad del estado del sistema	*		
Empate entre el sistema y el mundo real	*		
Control y libertad del usuario	*		
Consistencia y estándares	*		
Prevención de errores	*		
Reconocimiento mejor que recuerdo	*		
Flexibilidad y eficiencia de uso	*		
Diseño estético y minimalista			
Ayudar a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores			*
Ayuda y documentación		*	
<b>Total:</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>14/05/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Basemat Varo</i>	<i>Luis Roberto</i>



## EV\_A2-1

### Evaluación de objetivos del sistema

Objetivos específicos del proyecto GeoTang:

Objetivo	Prioridad
Definir Actividades de geometría basadas en libros de educación primaria y adaptarlas al sistema	Alto
Seguir un proceso de gamificación	Alto
Implementar una tienda y avatar dentro del sistema	Alto
Dar instrucciones o retroalimentación por medio de voz	Alto
Diseñar una interfaz tangible con la cual el usuario interactuara con el sistema	Alto
Interactuar con uno o mas objetos a la vez	Medio

Id. Atributo	Descripción del atributo: Definir Actividades de geometría basadas en libros de educación primaria y adaptarlas al sistema	Escala
01	Consiste en identificar dentro de los diferentes libros de texto educativos actividades relacionadas con el tema a satisfacer.	CI
<b>Nivel</b>	<b>Id. Practica</b>	<b>Descripción de la práctica de gestión</b>
1. Realizado	01	Definir el tema a cubrir con el sistema
	02	Definir las actividades a implementar en el sistema relacionado con el tema

Id. Atributo	Descripción del atributo: Seguir un proceso de gamificación	Escala
02	Consiste en implementar un proceso de gamificación dentro del sistema para mejorar la fidelidad de usuario final.	CI
<b>Nivel</b>	<b>Id. Practica</b>	<b>Descripción de la práctica de gestión</b>
1. Realizado	01	Definir el proceso de gamificación a implementar
	02	Definir las tareas dentro del proceso de gamificación
	03	Diseñas las interfaces correspondientes al proceso de gamificación

Id. Atributo	Descripción del atributo: Implementar una tienda y avatar dentro del sistema	Escala
03	Consiste en implementar dentro del sistema una tienda y un avatar para tener elementos extras de interacción con el sistema que puedan facilitar la fidelidad del usuario	CI
<b>Nivel</b>	<b>Id. Practica</b>	<b>Descripción de la práctica de gestión</b>
1. Gestionado	01	Diseñar la estructura que tendrá el avatar en el sistema
	02	Diseñar la estructura que tendrá la tienda dentro del sistema
	03	Definir los elementos que serán parte de la tienda y el avatar de usuario
	04	Construir la tienda y el avatar dentro del sistema.

Id. Atributo	Descripción del atributo: Dar instrucciones o retroalimentación por medio de voz	Escala
04	Consiste en proporcionar al usuario información a través de voz relacionada con sus procesos en el sistema.	CI
<b>Nivel</b>	<b>Id. Practica</b>	<b>Descripción de la práctica de gestión</b>
1. Realizado	01	Definir la retroalimentación correspondiente de cada figura que será utilizada en el sistema

Id. Atributo	Descripción del atributo: Diseñar una interfaz tangible con la cual el usuario interactuara con el sistema	Escala
05	Consiste en el diseño de una interfaz tangible para lograr la identificación de elementos físicos e interactuar con ellos a través de información digital.	CI
<b>Nivel</b>	<b>Id. Practica</b>	<b>Descripción de la práctica de gestión</b>
1. Realizado	01	Definir los materiales para construir la interfaz tangible
	02	Definir las medidas de nuestra interfaz tangible
	03	Construir la interfaz tangible

Id. Atributo	Descripción del atributo: Interactuar con uno o más objetos a la vez	Escala
06	Consiste en identificar uno o mas objetos que sean sobrepuestos en la interfaz tangible y realizar la actividad que le corresponda.	CI
<b>Nivel</b>	<b>Id. Practica</b>	<b>Descripción de la práctica de gestión</b>
1. Gestionado	01	Definir los objetos que interactuaran con el sistema
2.	01	Definir la retroalimentación correspondiente de cada figura que será utilizada en el sistema

Objetivos del sistema	CI	AI	PI	NI
Definir Actividades de geometría basadas en libros de educación primaria y adaptarlas al sistema	*			
Seguir un proceso de gamificación	*			
Implementar una tienda y avatar dentro del sistema	*			
Dar instrucciones o retroalimentación por medio de voz	*			
Diseñar una interfaz tangible con la cual el usuario interactuara con el sistema	*			
Descripción del atributo: Interactuar con uno o más objetos a la vez	*			
<b>Total:</b>	6			

Clave	Fecha	Version	Elaboro	Reviso
METUIGA_001	30/04/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

**Firma del líder del proyecto**

- CI: completamente implementado. Entre 86% y 100 %. Hay evidencias de una completa y sistemática aproximación, y logro total, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. No hay debilidades significativas en las unidades de trabajo.
- AI: ampliamente implementado. Entre 51% y 85%. Hay evidencias de una aproximación sistemática, y logro significativo, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. La ejecución del proceso puede variar en algunas áreas o unidades de trabajo.
- PI: parcialmente implementado. Entre 16% y 50%. Hay evidencia de alguna aproximación, y algún logro, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado. Algunos aspectos del cumplimiento del atributo pueden ser impredecibles.
- NI: no implementado. Entre 0% y 15%. Hay muy poco o incluso ninguna evidencia de cumplimiento del atributo definido en el proceso evaluado.

**Referencia**

Pino, F., García, F., Ruiz, F., & Piattini, M. (2006). Adaptación de las normas ISO/IEC 12207: 2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo. *IEEE Latin America Transactions*, 4(2), 17-24.

**EV\_A3-1**

**EVALUACION PRELIMINAR DEL SISTEMA “System Usability Scale”**

Realizamos una prueba preliminar en la aplicación para medir la satisfacción de los usuarios al momento de utilizarlos.

- *Participantes y contexto*
  - Para las primeras pruebas de evaluación solo se pudo reclutar a cuatro participantes normo visuales entre 6 y 10 años. La evaluación fue realizada en un entorno informal. Ellos utilizaron una la aplicación en supervisión de sus padres, posteriormente realizaron el cuestionario para conocer sus experiencias en cuanto a la satisfacción obtenida.
- *Métricas de usabilidad.*
  - Para la medición de la satisfacción del sistema, se utilizó el instrumento System Usability Scale (SUS). Este cuestionario se compone de diez declaraciones relacionadas al uso del sistema. En este caso, nosotros adaptamos el cuestionario en relación con los diferentes sistemas y tipos de usuario. Los usuarios tenían que indicar en una escala de 0 a 5 el nivel de acuerdo o de desacuerdo que tenían con las declaraciones presentadas.
  - Según el instrumento SUS las obtenciones de resultados superiores a 68 se consideran por encima del promedio, indicando que tiene un nivel de satisfacción aceptable. En caso de que ese resultado se encuentre por debajo del promedio el sistema no cuenta con una satisfacción deseada.
- La tabla 1 muestra los resultados obtenidos utilizando la SUS por participante. El valor final está entre 0 y 100, siendo 100 el más alto grado de satisfacción en el usuario. Con una media de 95 en el SUS, se puede concluir que el nivel de satisfacción de la aplicación fue alto.

**Resultados obtenidos en la aplicación GeoTang del SUS**

<b>GeoTang</b>	
<b>Participante</b>	<b>SUS Score</b>
<b>1</b>	97.5
<b>2</b>	100
<b>3</b>	90
<b>4</b>	92.5
<b>Media</b>	95

Ejemplo de un instrumento realizado por un evaluador:

Test de usabilidad / EV\_A3

**System Usability Scale (EV\_A3)**

ID Participante: \_\_\_\_\_ Sistema: \_\_\_\_\_ Fecha: 04/06/2020

Instrucciones: Para cada una de las siguientes afirmaciones, marque una casilla que mejor describa sus reacciones al sitio web hoy.

	Totalmente en desacuerdo				Totalmente de acuerdo
1. Creo que me gustaría utilizar frecuentemente esta aplicación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
2. Encontré la aplicación innecesariamente compleja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Pienso que la aplicación es fácil de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4. Creo que necesitaré el apoyo de personal técnico para poder utilizar la aplicación.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Encontré que varias de las funciones de la aplicación estaban bien integradas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6. Pensé que había demasiada inconsistencia en la aplicación.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Me imagino que la mayoría de las personas podrían aprender a usar esta aplicación muy rápido.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
8. Encontré la aplicación muy difícil de usar.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Me sentí muy confiado (seguro) al utilizar la aplicación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
10. Necesité aprender muchas cosas antes de poder usar la aplicación.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Por favor proporcione cualquier comentario sobre la aplicación:

Excelent Aplicación

Este cuestionario está basado en el System Usability Scale (SUS), el cual fue desarrollado por John Brooke mientras trabajaba en Digital Equipment Corporation. © Digital Equipment Corporation, 1986.

## 7.8 Anexo 4 – “Productos (Formatos) base de metodología METUIGA iteración 2”

### ER\_A1-2

#### Identificar los requerimientos y restricciones principales del sistema a desarrollar

##### Propósito

El presente documento tiene como propósito definir los requerimientos necesarios para cumplir con el proyecto titulado “Divídete”. Este será utilizado por alumnos ciegos para mejorar sus conocimientos en el área de fracciones matemáticas. Las fracciones en primaria son uno de los conceptos más difíciles que los niños aprenden. Además, si se aprenden mal el problema se irá arrastrando durante toda la secundaria o incluso la universidad

Una fracción o número fraccionario es en matemáticas la forma de expresar una cantidad dividida. Las fracciones se aprenden en Primaria. Estas se componen de dos números: por un lado, el numerador, y por otro el denominador. El numerador corresponde al número que nos indica cuantas partes tomamos mientras tanto el denominador nos indica en cuantas partes estaba dividida la unidad.

##### Alcance

- El usuario será capaz de interactuar por medio de elementos físicos a través de una interfaz tangible la cual le propondrá diferentes actividades y le otorgará retroalimentación para fortalecer su conocimiento.
- La interfaz tangible será capaz de identificar diferentes porciones (Fracciones) para otorgar retroalimentación al usuario
- El usuario podrá relacionar los números fraccionarios con porciones correspondientes.
- El sistema deberá otorgar las instrucciones por medio de voz

##### Quien pide el programa

El proyecto es un sistema que pertenecerá a la maestría en ciencias de la computación de la universidad autónoma de Aguascalientes.

**Fecha de inicio: 24/02/2020**

**Fecha de finalización: 30/04/2020**

##### Herramientas se plantea realizar el sistema

El sistema utilizara la reactivision una plataforma de código libre para utilizar interfaces tangibles, Unity 3D para el desarrollo de la aplicación, SQLite para el manejo de base de datos.

##### Porque la creación del sistema

Debido a que la mejor manera de trabajar las fracciones es con materiales manipulativos y concretos, tratar de resolver este problema con interfaces tangibles y técnicas de gamificación puede ser una gran herramienta para mejorar el aprendizaje en alumnos con problemas visuales.

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	22/02/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

Firma del líder del proyecto

**ER\_A2-2**

**Identificar las características del proyecto gamificado**

**Objetivo general:**

Crear un sistema para alumnos ciegos de educación primaria utilizando interfaces tangibles y técnicas de gamificación con el objetivo de mejorar sus conocimientos en el área de fracciones matemáticas utilizando la técnica de relación de porciones.

**Tipo de gamificación**

El presente proyecto pertenece al tipo de gamificación de cambio de comportamiento ya que su propósito es mejorar el conocimiento en tema un específico.

**Objetivos específicos del proyecto:**

<b>Objetivos</b>	<b>Prioridad</b>
<b>Diseñar una interfaz tangible capaz de interactuar con los usuarios</b>	Alta
<b>Seguir un proceso de gamificación adecuado para conseguir más acercamiento con los usuarios.</b>	Alta
<b>Otorgar retroalimentación al usuario en caso de cometer algún error.</b>	Alta
<b>Basarse en temas de educación básica presentada en los libros de texto.</b>	Alta
<b>Cumplir con las características del aprendizaje basado en juegos</b>	Media
<b>Explicar las figuras que se le sean sobrepuestas</b>	Media
<b>Dar instrucciones o retroalimentación por medio de voz</b>	Alta

**Situación futura del sistema una vez gamificado:**

El sistema seguirá un proceso de gamificación específico, estará basado en una serie de recompensas las cuales estarán condicionadas en el logro de las actividades realizadas por los niños con problemas visuales para tener acceso a ellas.

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>METUIGA_001</i>	<i>22/02/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

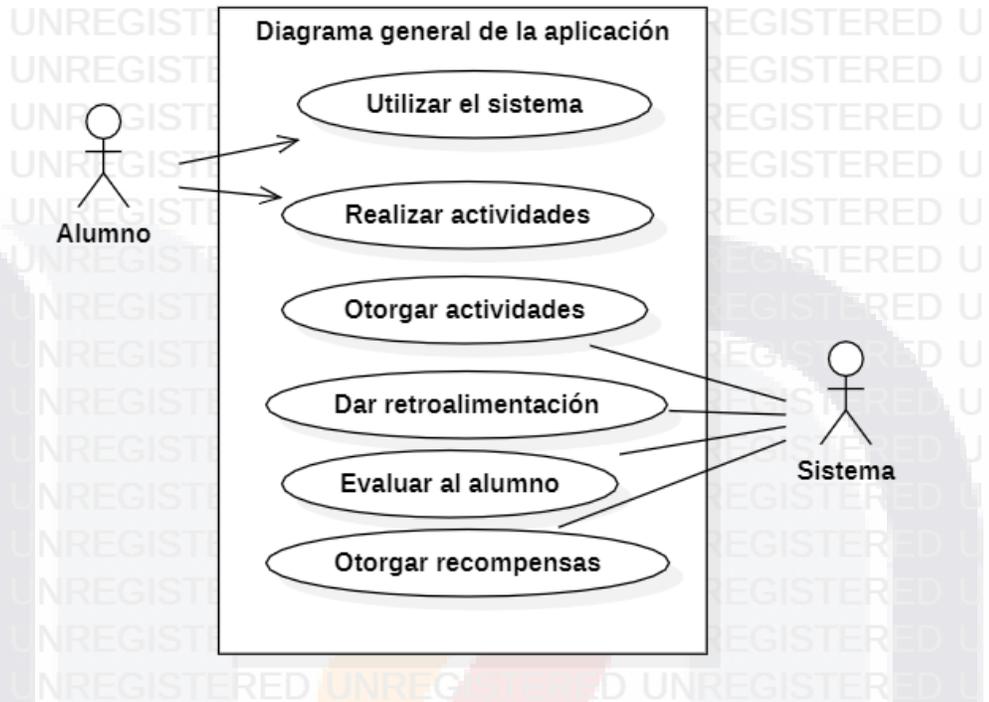
---

Firma del líder del proyecto

**ER\_A4-2**

**Generación del caso de uso general y actores involucrados en el sistema.**

**Diagrama de caso de uso genera**



**Tabla de actores:**

<b>Actor</b>	<b>Estudiante</b>
<b>Caso de uso</b>	Realizar actividades, Utilizar el sistema
<b>Descripción</b>	Será el usuario principal de la aplicación y quien interactuará por medio de diferentes actividades propuestas por el sistema

<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
<b>Caso de uso:</b>	Otorgar actividades, Dar retroalimentación, evaluar al alumno, Otorgar recompensas
<b>Descripción:</b>	El sistema será quien proveerá las actividades y evaluará el desempeño del alumno, en base a otorgar retroalimentación o dará recompensas según su trabajo realizado.

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>METUIGA_001</i>	<i>24/02/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

**Firma del líder del proyecto**

**ER\_A5-2**

**Requerimientos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario**

**Tabla de requerimientos**

*En esta sección se identificarán los requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto y se enlistarán en base a su prioridad.*

<b>Numero</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>001</b>	Utilizar el sistema	Funcional	El usuario podrá al sistema para interactuar con el
<b>002</b>	Realizar actividades	Funcional	El usuario podrá realizar actividades dentro del sistema
<b>003</b>	Otorgar actividades	Funcional	El sistema propondrá actividades para mejorar el aprendizaje del usuario
<b>004</b>	Dar retroalimentación	Funcional	El sistema otorgará retroalimentación al usuario en caso de ser necesario
<b>005</b>	Evaluar alumno	Funcional	El sistema evaluará el desempeño del usuario.
<b>006</b>	Otorgar recompensas	Funcional	El sistema otorgará recompensas al usuario en base a su desempeño.

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>METUIGA_001</i>	<i>27/02/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

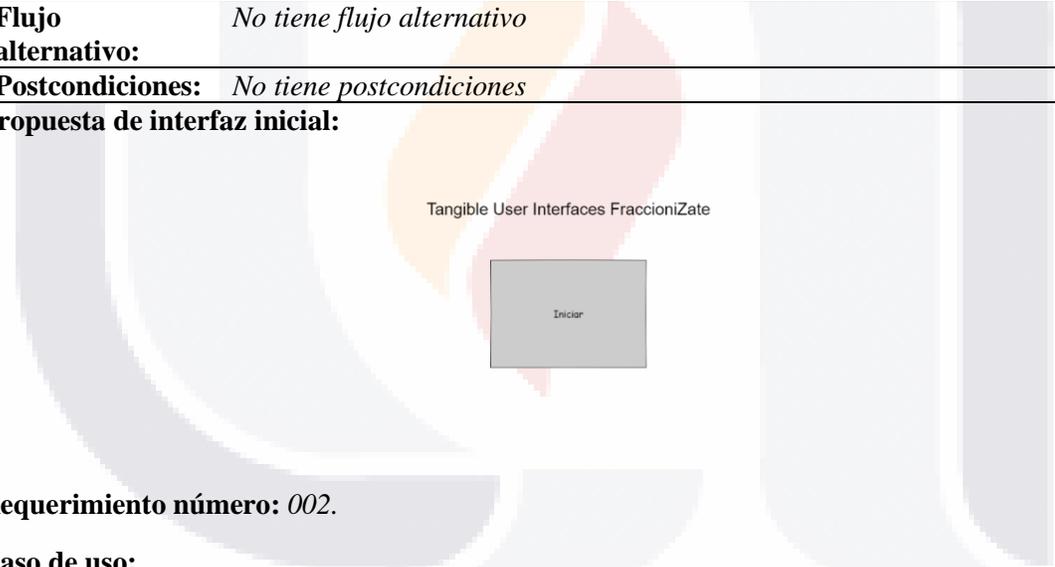
**Requerimientos funcionales, no funcionales e interfaces de usuario**

**Requerimiento número: 001.**

**Caso de uso:**

<b>Nombre:</b>	<i>Utilizar el sistema</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Fecha:</b>	<i>27/02/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>10</i>
<b>Descripción:</b>	<i>El alumno será capaz de seleccionar y realizar actividades dentro del sistema</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>El alumno deberá ejecutar el caso de uso "Utilizar el sistema"</i>
<b>Flujo normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. El sistema inicia y muestra la pantalla principal.</i></li> <li><i>2. El usuario presiona el botón de iniciar actividad</i></li> <li><i>3. El sistema le muestra los niveles disponibles</i></li> <li><i>4. El usuario selecciona el nivel que quiere realizar</i></li> <li><i>5. El sistema le muestra la actividad correspondiente a ese nivel.</i></li> </ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>No tiene flujo alternativo</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>No tiene postcondiciones</i>

**Propuesta de interfaz inicial:**



**Requerimiento número: 002.**

**Caso de uso:**

<b>Nombre:</b>	<i>Utilizar el sistema</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Fecha:</b>	<i>27/02/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>10</i>
<b>Descripción:</b>	<i>El alumno será capaz de utilizar el sistema para acceder a sus actividades</i>
<b>Actores:</b>	<i>Alumno</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>Este caso de uso no tiene ninguna precondición</i>
<b>Flujo normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. El alumno selecciona el nivel de la actividad a realizar.</i></li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. El sistema le muestra la actividad correspondiente al nivel seleccionado</li> <li>3. El alumno interactúa con el sistema utilizando los objetos tangibles</li> <li>4. El sistema evalúa y otorga retroalimentación basándose en la respuesta del usuario.</li> </ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	No tiene flujo alternativo
<b>Postcondiciones:</b>	No tiene postcondiciones

**Propuesta de interfaz inicial:**



**Requerimiento número: 003.**

**Caso de uso:**

<b>Nombre:</b>	<i>Otorgar actividades</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>27/02/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>10</i>
<b>Descripción:</b>	<i>El sistema estará dotado de actividades para que sean realizadas por el usuario</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>Este caso de uso no tiene ninguna precondición</i>
<b>Flujo normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario selecciona el nivel que desea realizar.</li> <li>2. El sistema le otorga la actividad correspondiente con el nivel seleccionado.</li> </ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	No tiene flujo alternativo
<b>Postcondiciones:</b>	No tiene postcondiciones

**Propuesta de interfaz inicial:**

Identifica entre las figuras que tienes disponibles, cual es la representación de 3/4 de un círculo



**Requerimiento número: 004.**

**Caso de uso:**

<b>Nombre:</b>	<i>Dar retroalimentación</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>27/02/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>7</i>
<b>Descripción:</b>	<i>El sistema será capaz de otorgar retroalimentación a los usuarios de las figuras y fracciones que estos ingresen en la interfaz tangible</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>Este caso de uso no tiene ninguna precondición</i>
<b>Flujo normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. El usuario responde a alguna actividad</i></li> <li><i>2. El sistema evalúa la respuesta del usuario</i></li> <li><i>3. El sistema le informa su resultado a través de la voz y visualmente.</i></li> </ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>No tiene flujo alternativo</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>No tiene postcondiciones</i>

**Propuesta de interfaz inicial:**

Identifica entre las figuras que tienes disponibles, cual es la representación de 3/4 de un círculo

Respuesta incorrecta. Revisa bien tu elección

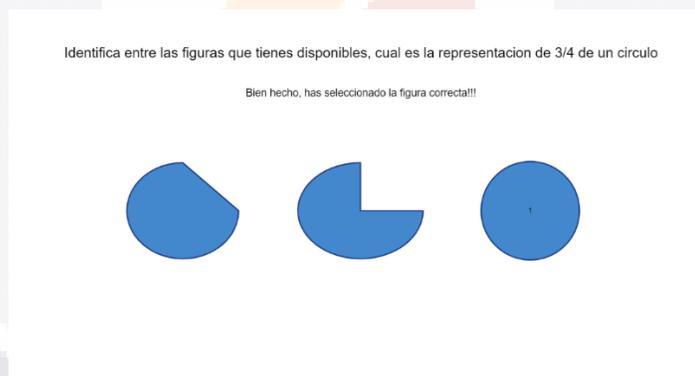


Requerimiento número: 005.

Caso de uso:

<b>Nombre:</b>	<i>Evaluar a alumno</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>27/02/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>10</i>
<b>Descripción:</b>	<i>El sistema será capaz de evaluar el desempeño del alumno y proponer retroalimentación o recompensas en caso de que sea necesario.</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>Este caso de uso no tiene ninguna precondición</i>
<b>Flujo normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><i>El alumno realiza alguna actividad dentro del sistema</i></li> <li><i>El sistema evalúa el desempeño del alumno en base a la actividad mostrada.</i></li> </ol>
<b>Flujo alternativo:</b>	<i>No tiene flujo alternativo</i>
<b>Postcondiciones:</b>	<i>No tiene postcondiciones</i>

Propuesta de interfaz inicial:



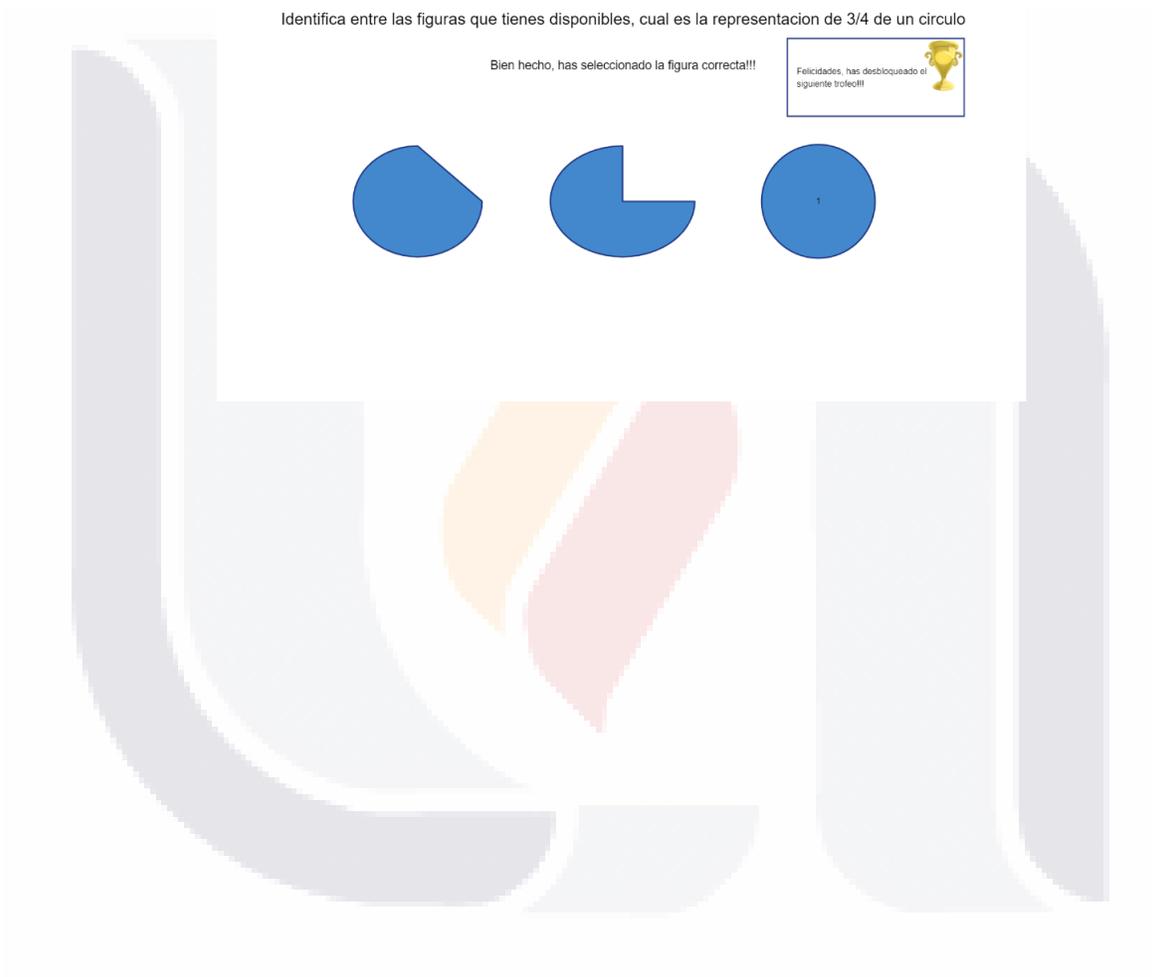
Requerimiento número: 006.

Caso de uso:

<b>Nombre:</b>	<i>Dar recompensas</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Fecha:</b>	<i>27/02/2020</i>
<b>Prioridad:</b>	<i>7</i>
<b>Descripción:</b>	<i>El sistema será capaz de otorgar recompensas en base al desempeño presentado por el alumno.</i>
<b>Actores:</b>	<i>Sistema</i>
<b>Precondiciones:</b>	<i>El alumno deberá realizar alguna actividad para poder ser acreedor a alguna recompensa en caso de ser conveniente</i>
<b>Flujo normal:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><i>El alumno realiza alguna actividad satisfactoriamente</i></li> </ol>

	<p>2. El sistema verifica que el alumno es acreedor a alguna recompensa</p> <p>3. Si el usuario merece alguna recompensa por su desempeño se le será asignada.</p>
<b>Flujo alternativo:</b>	No tiene flujo alternativo
<b>Postcondiciones:</b>	No tiene postcondiciones

**Propuesta de interfaz inicial:**



**EG\_A1-2**

**Desafíos y misiones para implementar en el sistema gamificado**

**Desafíos y misiones del sistema:** Porciones Tangibles

**DESAFIOS DEL SISTEMA**

<b>Título</b>	<b>Descripción</b>
<b>Iníciate</b>	El usuario realiza su primera actividad dentro del sistema
<b>Vamos avanzando</b>	El usuario realiza satisfactoriamente su primera actividad
<b>Consigue la perfección</b>	El usuario realiza satisfactoriamente una actividad con la máxima cantidad de estrellas
<b>Utiliza la opción de tiempo</b>	El usuario activara la opción de tiempo en el sistema
<b>Contrarreloj</b>	El usuario consigue realizar una actividad antes de que termine el tiempo
<b>Contrarreloj perfecta</b>	El usuario consigue realizar una actividad con el máximo de estrellas antes de que termine el tiempo

**MISIONES DEL SISTEMA**

<b>Título</b>	<b>Descripción</b>
<b>Constantemente</b>	El usuario utiliza la aplicación tres veces en una semana
<b>En ascenso</b>	El usuario realiza satisfactoriamente tres actividades seguidas en su primer intento
<b>Superándote</b>	El usuario consigue mejorar su puntuación en alguna actividad realizada anteriormente
<b>Aventúrate</b>	El usuario visita todas las interfaces del sistema
<b>Aprendiz</b>	El usuario realizará todas las actividades de una sección
<b>Aprendiz en ascenso</b>	El usuario realiza todas las actividades con el máximo de estrellas
<b>Intermedio</b>	El usuario completa el 75% de las actividades
<b>Intermedio en ascenso</b>	El usuario realiza el 75% de las actividades con el máximo de estrellas
<b>Experto</b>	El usuario completa el 100% de las actividades
<b>Experto en ascenso</b>	El usuario completa el 100% de las actividades con el máximo de estrellas
<b>Describe</b>	Utiliza todos los objetos tangibles

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>METUIGA_001</i>	<i>22/02/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

**EG\_A2-2**

**Clasificar las misiones comunes, individuales y colectivas**

**ANEXO A**

**SISTEMA DE MISIONES INDIVIDUALES**

<b>TÍTULO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INSIGNIA</b>
<b>Iníciate</b>	El usuario realiza su primera actividad dentro del sistema	001
<b>Vamos avanzando</b>	El usuario realiza satisfactoriamente su primera actividad	002
<b>Consigue la perfección</b>	El usuario realiza satisfactoriamente una actividad con la máxima cantidad de estrellas	003
<b>Utiliza la opción de tiempo contrarreloj</b>	El usuario activado la opción de tiempo en el sistema	004
<b>Contrarreloj Perfecta</b>	El usuario consigue realizar una actividad antes de que termine su tiempo	005
<b>Constantemente</b>	El usuario utiliza la aplicación tres veces en una semana	006
<b>En ascenso</b>	El usuario realiza satisfactoriamente tres actividades seguidas en su primer intento	007
<b>Superándote</b>	El usuario consigue mejorar su puntuación en alguna actividad realizada anteriormente	008
<b>Aventúrate</b>	El usuario visita todas las interfaces del sistema	009
<b>Aprendiz</b>	El usuario realizará todas las actividades de una sección	0010
<b>Aprendiz en ascenso</b>	El usuario realiza todas las actividades con el máximo de estrellas	0011
<b>Intermedio</b>	El usuario completa el 75% de las actividades	0012
<b>Intermedio en ascenso</b>	El usuario realiza el 75% de las actividades con el máximo de estrellas	0013
<b>Experto</b>	El usuario completa el 100% de las actividades	014
<b>Experto en ascenso</b>	El usuario completa el 100% de las actividades con el máximo de estrellas	015
<b>Descubre</b>	Utiliza todos los objetos tangibles	016

**INSIGNIAS**

<b>Nro.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
001	<i>¡Has realizado tu primera actividad!</i>	Cumple misión «Iníciate».	
002	<i>¡Has completado tu primera misión!</i>	Cumple misión	
003	<i>¡Lograste el máximo de estrellas en una actividad!</i>	Realiza satisfactoriamente una actividad con la máxima cantidad de estrellas	
004	<i>¡Activaste la opción de tiempo!</i>	Activa la opción de tiempo en el sistema	
005	<i>¡Lograste superar el tiempo establecido!</i>	El usuario consigue realizar una actividad antes de que termine su tiempo	
006	<i>¡Has usado la aplicación por más de tres días esta semana!</i>	Cumple misión «Constantemente».	
007	<i>¡Has completado tres actividades seguidas!</i>	Cumple misión «En ascenso».	
008	<i>¡Has mejorado tu puntuación en alguna actividad que ya habías realizado!</i>	Cumple misión «Superándote ».	
009	<i>¡Has visitado todas las interfaces del sistema!</i>	Cumple misión «Aventúrate ».	
0010	<i>¡Has realizado todas las actividades de una sección!</i>	Cumple misión «Aprendiz ».	
0011	<i>¡Has realizado todas las actividades de una sección con el máximo de estrellas!</i>	Cumple misión «Aprendiz en ascenso ».	
0012	<i>¡Has completado el 75% de las actividades!</i>	Cumple misión «Intermedio ».	
0013	<i>¡Has completado el 75% de actividades con el máximo de estrellas</i>	Cumple misión «Intermedio en ascenso ».	
014	<i>¡Has completado el 100% de las actividades!</i>	Cumple misión «Experto ».	

<b>015</b>	<i>¡Has completado el 100% de actividades con el máximo de estrellas</i>	<i>Cumple misión «Experto en ascenso».</i>	
<b>016</b>	<i>¡Has utilizado todos los objetos tangibles!</i>	<i>Cumple misión «Descubre».</i>	

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	22/02/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

Firma del líder del proyecto



**EG\_A4-2**

**Elección de mecánicas y dinámicas de juego (EG\_A4)**

Identifica las mecánicas y dinámicas a implementar en tu sistema gamificado.

*\*En el diseño de las misiones individuales y grupales (el sistema debe desafiar a los actores desde lo individual hacia lo grupal) es posible implementar algunas ideas que se listan a continuación.*

<b>Mecánica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado</b>
<b>Reconocimiento de patrones</b>	El sistema puede contener juegos de memoria (por ejemplo, para reconocer a los compañeros de oficina o de otros pisos de una empresa), de combinación de objetos similares (como el clásico juego de imágenes pares), o premios que entregan moneda virtual para gastar en una tienda interna del sistema, en objetos igualmente virtuales.	
<b>Coleccionismo</b>	Los objetos virtuales coleccionables son muy atractivos y deben ser mostrados en un área especial del sistema. Algunos de estos objetos pueden ser escasos (al estilo de las «figuritas difíciles»). Se pueden implementar asimismo mecanismos de canje para favorecer la socialización y conformación de grupos afines.	*
<b>Sorpresa y placer inesperado</b>	El sistema puede contener mecanismos similares a las máquinas tragamonedas o ruletas que cada día entregan un premio al azar. También «Huevos de Pascua» (objetos ocultos; se pueden combinar con geolocalización).	
<b>Organizando y ordenando</b>	Es aconsejable introducir desafíos de tiempo / trabajo / rendimiento. O de combinación de objetos similares, u organización de grupos.	*
<b>Regalos</b>	Objetos virtuales fácilmente transferibles, Recomendaciones y recordatorios de regalos, Puntos de karma (reputación).	
<b>Coqueteo y romance</b>	Toques, sonrisas, coqueteos; <i>Hot or Not</i> ; Regalos virtuales; Propuestas.	
<b>Reconocimiento por desempeño</b>	Medallas, trofeos; Concursos, shows; Sistemas de felicitación. PBL, SAPS.	*
<b>Liderazgo</b>	Desafíos cooperativos o en grupo; Niveles asociados por el liderazgo; Desafíos de largo plazo.	
<b>Fama, despertar atención</b>	Tablas de posición basadas en el feedback de los actores, puntajes y promociones; Shows de premiación, Shows para jugar, concursos; Oportunidades de promoción excepcionales.	
<b>Ser héroe</b>	Misiones tipo «Rescatar la doncella»: amigos que piden por ayuda y nosotros ayudamos. «McGiver»: todo va a explotar en 10, 9, 8...	
<b>Ganar estatus</b>	Medallas, trofeos, niveles. Escasez: objetos virtuales de edición limitada. Acceso prioritario.	*
<b>Nutrir, hacer crecer</b>	A lo Tamagotchi (plantas o mascotas virtuales que «crecen» por actividad de los actores); Puntos que expiran, Puntaje piramidal.	

<b>Dinámicas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado</b>
<b>Competición</b>	Por el simple afán de competir o ser el mejor	
<b>Recompensa</b>	Ofrecer recompensas de distinta naturaleza es un incentivo muy atractivo para los jugadores. La gamificación utiliza distintos	*

	sistemas de recompensas que aseguran la participación y seguimiento continuado de los usuarios.	
<b>Altruismo</b>	Es una motivación muy fuerte para el ser humano el hacer cosas por los demás sin ninguna recompensa real	
<b>Estatus</b>	Dentro de un juego, los usuarios son “personajes” virtuales que a medida que avanza consiguen un estatus basado en su experiencia, puntuación, etc... Este estado conlleva diferentes aspectos: posición jerárquica, beneficios, recompensas, etc...	*
<b>Autoexpresión</b>	El juego es, también, un modo para que el jugador se exprese y cree su propia identidad dentro de una comunidad. Facilitando la comunicación y la integración, así como la seguridad en sí mismo frente a los demás.	
<b>Logro</b>	Otro aspecto fundamental en la dinámica de juegos son los logros. Los logros definen un posible reto y objetivo. De esta manera se facilita el progreso en la dinámica de juego, hasta llegar a los objetivos requeridos. Cada logro suele llevar consigo recompensas o productos virtuales.	*

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>22/02/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

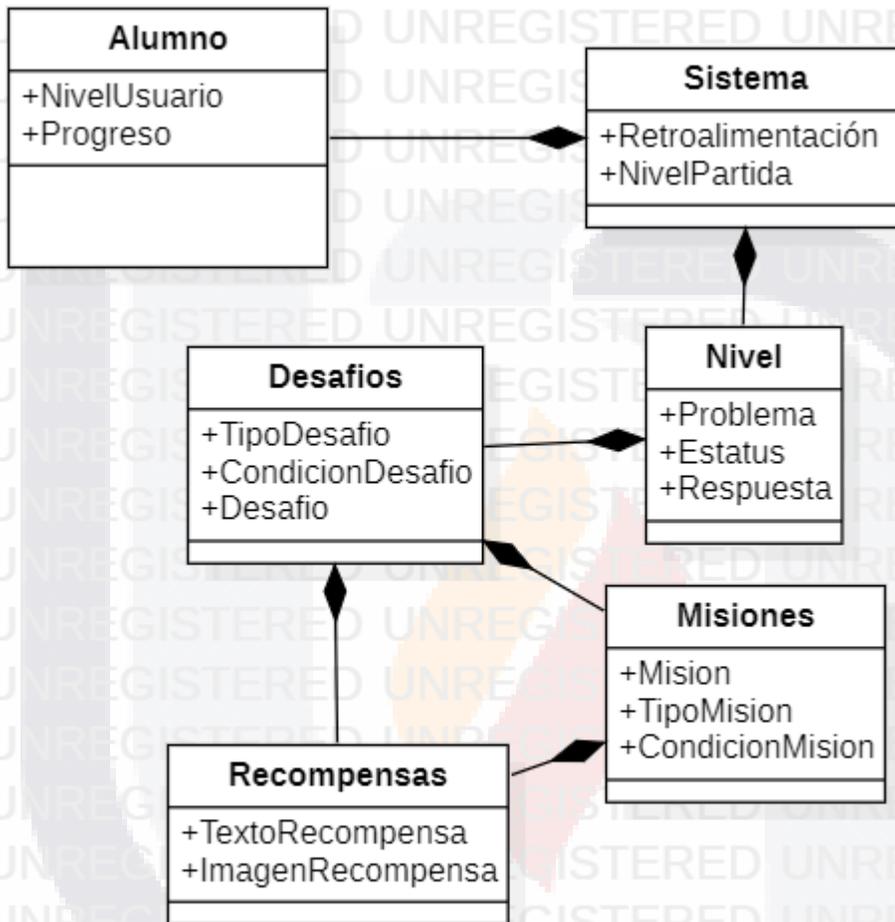
---

**Firma del líder del proyecto**

EG\_A6-2

**Diagrama de clase del sistema**

Diagrama de clase del proyecto: Porciones Tangibles



Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>01/03/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

Firma del líder del proyecto

EG\_A7-2

Diagramas dinámicos del flujo del sistema

Diagrama de secuencia del caso de uso: Utilizar el sistema

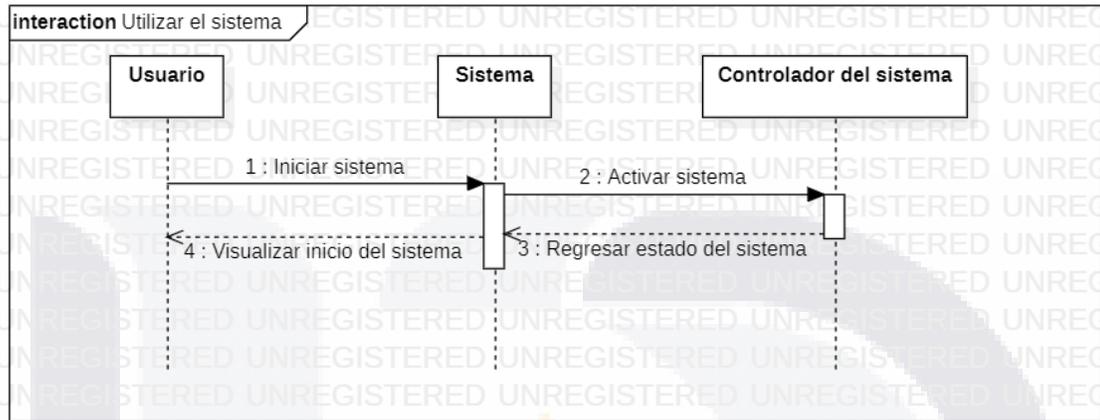
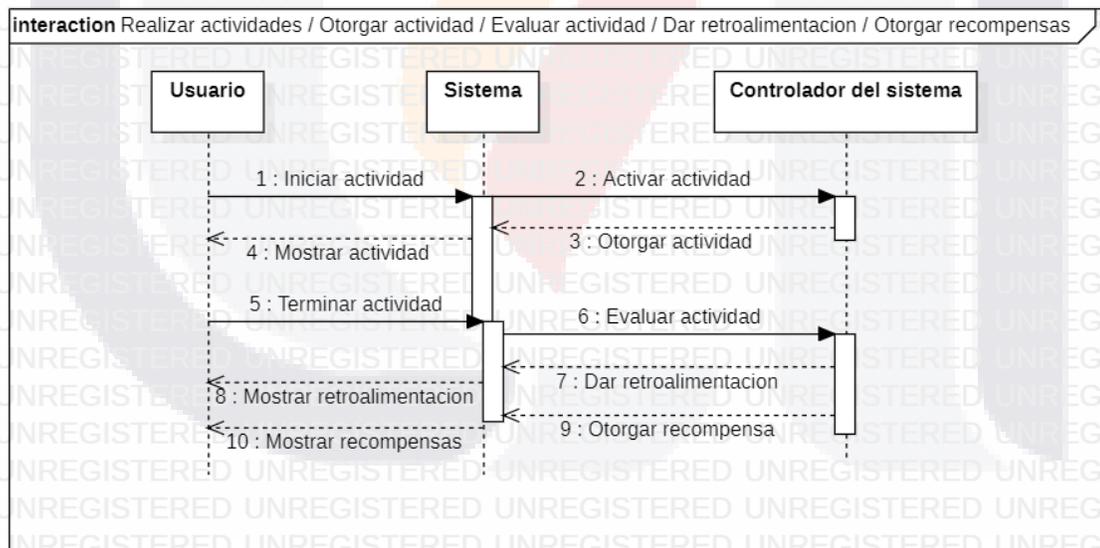


Diagrama de secuencia del caso de uso: Realizar actividades / Otorgar actividad / Evaluar actividad / Dar retroalimentación / Otorgar recompensas



Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	02/03/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

Firma del líder del proyecto

EG\_A8-2

Diseños estáticos de las interfaces involucrando a los usuarios finales y considerando las mecánicas y dinámicas a implementar

Interfaz gráfica: Pantalla de inicio



Interfaz gráfica: Mis logros



**Interfaz gráfica: Selección de nivel**



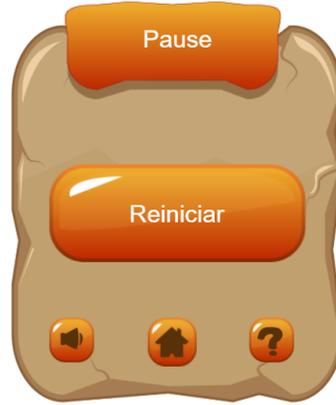
**Interfaz gráfica: Actividad principal**



Identifica entre las figuras que tienes disponibles, cual es la representación de  $\frac{3}{4}$  de un círculo



**Interfaz gráfica: Pause**



**Interfaz gráfica: Misión completada**



• Has desbloqueado el siguiente logro.

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>10/03/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

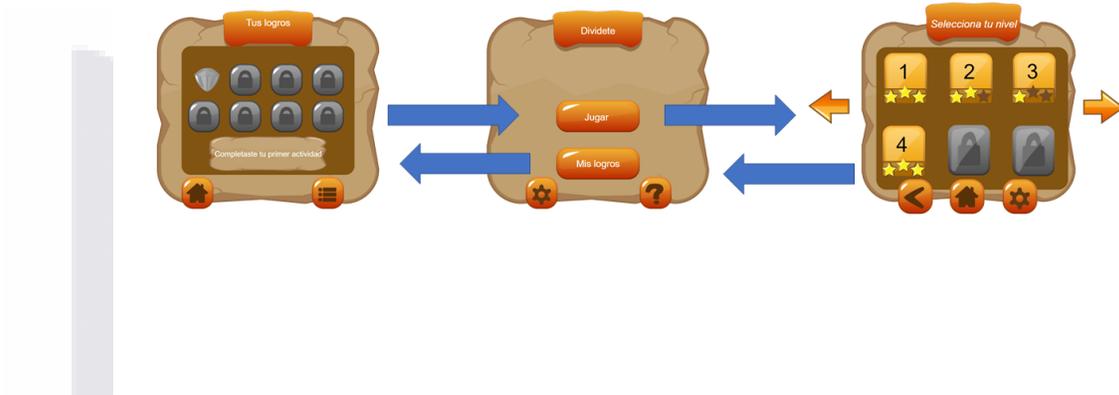
---

**Firma del líder del proyecto**

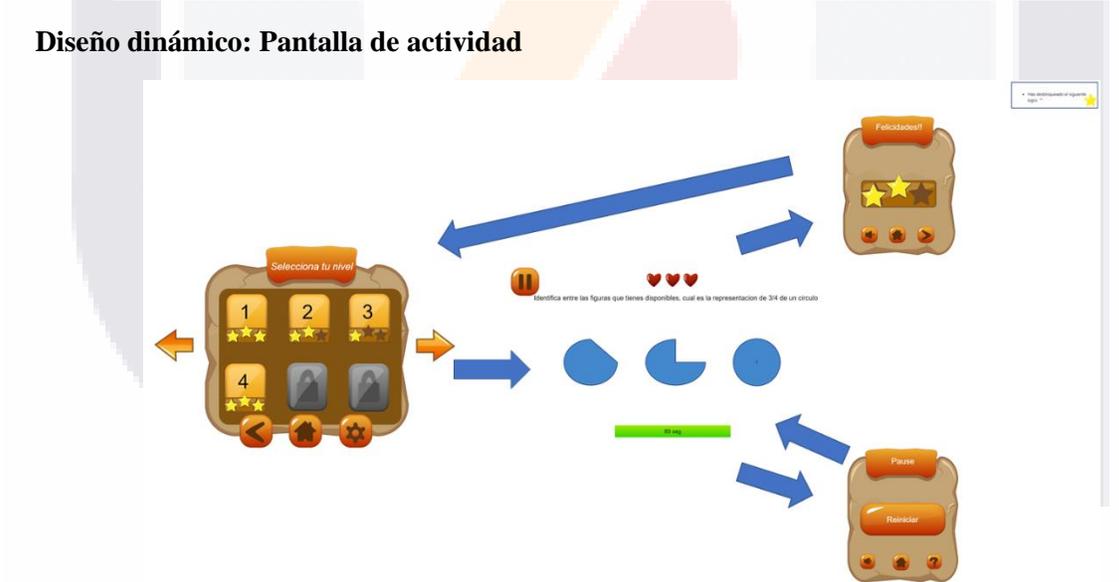
**EG\_A9-2**

**Diseños dinámicos de las interfaces involucrando a los usuarios finales**

**Diseño dinámico: Pantalla inicial**



**Diseño dinámico: Pantalla de actividad**



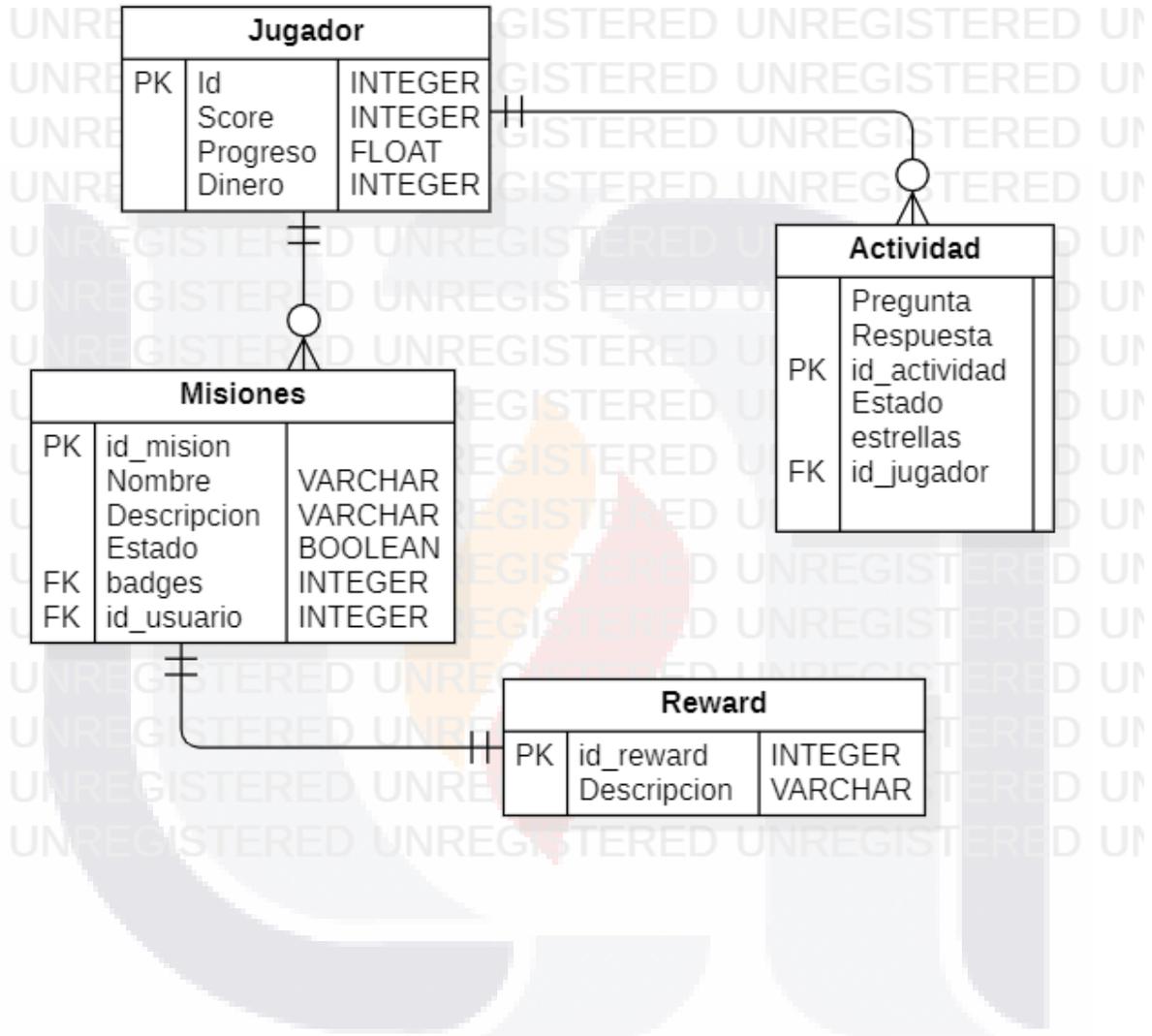
Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
<i>METUIGA_001</i>	<i>11/03/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

Firma del líder del proyecto

**EG\_A10-2**

**Modelado y construcción del diseño de base de datos**

**Modelo entidad relación de la base de datos: Porciones tangibles**



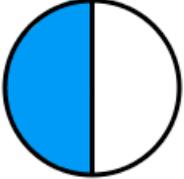
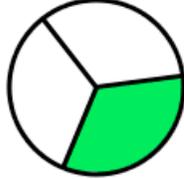
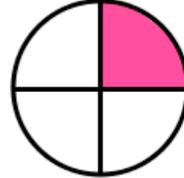
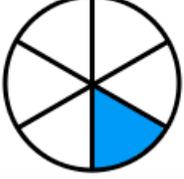
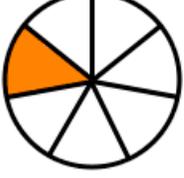
Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	13/03/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

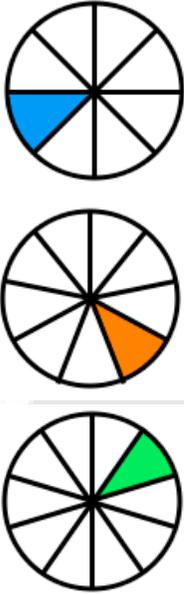
---

Firma del líder del proyecto

**EG\_A11-2**

**Diseñar y clasificar los objetos tangibles considerando la información de las interfaces diseñadas**

Tac	Representación			Asociación	Manipulación	
	Variable	Token	Restricción	Grafico	Acción	Respuesta
<b>01</b>	Desencadena parámetro	Figura	Espacio activo		Agregar	Muestra información de acuerdo con la cara superior
					Remove	Limpia la pantalla
					Mover	Actualiza la información de la pantalla de acuerdo con la cara superior
						
						
						

						
--	--	--	--	--	--	--

<b>Clave</b>	<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>
<i>METUIGA_001</i>	<i>05/03/2020</i>	<i>V001</i>	<i>Luis Roberto</i>	<i>Dr. Francisco Álvarez</i>

---

**Firma del líder del proyecto**

## EN\_A2-2

### Aplicar el estándar de codificación seleccionado

Estándar de codificación seleccionado: PascalCasing camelCasing

Aplicación del estándar en el sistema: Porciones tangibles

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using Crosstales.RTVoice;
5  using UnityEngine.UI;
6  public class DetectorRespuesta : MonoBehaviour
7  {
8      public AudioSource audioSaliente;
9
10     public Transform loadingBar;
11     [SerializeField] public float currentAmount;
12     [SerializeField] private float speedRespuesta;
13
14     bool cambioEstado = false;
15
16     void OnTriggerEnter2D(Collider2D colliderEntrante){
17         //Entra al objeto
18         FindObjectOfType<GameController>().FiguraEntrante = int.Parse(colliderEntrante.name);
19     }
20
21     void OnTriggerStay2D(Collider2D other)
22     {
23         cambioEstado = true;
24     }
25
26     void OnTriggerExit2D(Collider2D col){
27
28         FindObjectOfType<GameController>().colorFondo.color = new Color32(255,255,255,255);
29         cambioEstado = false;
30         currentAmount = 0;
31         loadingBar.GetComponent<Image>().fillAmount = 0;
32         habilitarProgressbar = true;
33     }
34
35     public bool habilitarProgressbar = true;
36     public bool estadoActivo = true;
37     void Update(){
38         if(estadoActivo){
39             if(habilitarProgressbar){
40                 if(cambioEstado){
41                     if(currentAmount < 100){
42                         currentAmount += speedRespuesta + Time.deltaTime;
43                     }else{

```

```
Assets > Script > DetectorRespuesta.cs
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56

void OnTriggerEnter2D(Collider2D colliderEntrante){
    //Entra el objeto
    FindObjectOfType<GameController>().FiguraEntrante = int.Parse(colliderEntrante.name);
}

void OnTriggerStay2D(Collider2D other)
{
    cambioEstado = true;
}

void OnTriggerExit2D(Collider2D col){

    FindObjectOfType<GameController>().colorFondo.color = new Color32(255,255,255,255);
    cambioEstado = false;
    currentAmount = 0;
    loadingBar.GetComponent<Image>().fillAmount = 0;
    habilitarProgressbar = true;
}

public bool habilitarProgressbar = true;
public bool estadoActivo = true;
void Update(){
    if(estadoActivo){
        if(habilitarProgressbar){
            if(cambioEstado){
                if(currentAmount < 100){
                    currentAmount += speedRespuesta + Time.deltaTime;
                }else{
                    habilitarProgressbar = false;
                    FindObjectOfType<GameController>().EvaluarResultado();
                    cambioEstado = false;
                    //Debug.Log("CambioEstado escena");
                }
                loadingBar.GetComponent<Image>().fillAmount = currentAmount / 100;
            }
        }
    }
}
```

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using UnityEngine.UI;
5  public class RewardController : MonoBehaviour
6  {
7      public GameObject panelBadges;
8      public Image imageBadges;
9      public Text textoBadges;
10     public int rewardsUser;
11     // Start is called before the first frame update
12
13     public Sprite [] rewardsUserUser;
14     public void MostrarBadges(){
15         if(rewardsUser != 0){
16             panelBadges.SetActive(true);
17             imageBadges.sprite = rewardsUserUser[rewardsUser-1];
18             Debug.Log("Dar medalla al usuario");
19         }
20     }
21 }

```

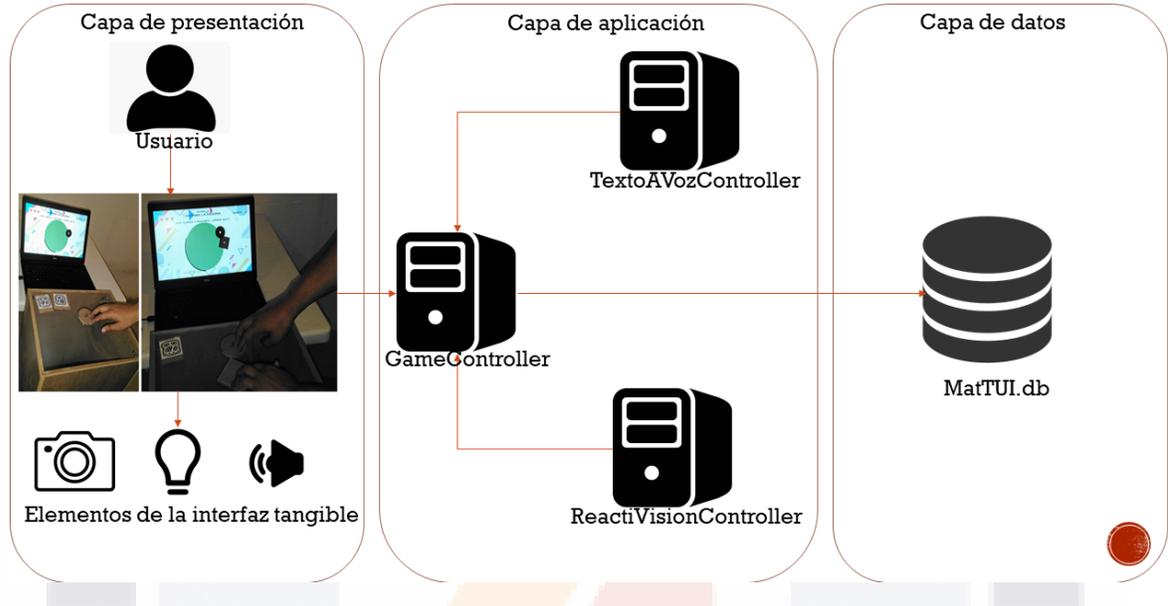
Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	26/03/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

Firma del líder del proyecto

EN\_A3-2

Diagrama de la arquitectura del sistema

# ARQUITECTURA PORCIONES TANGIBLES

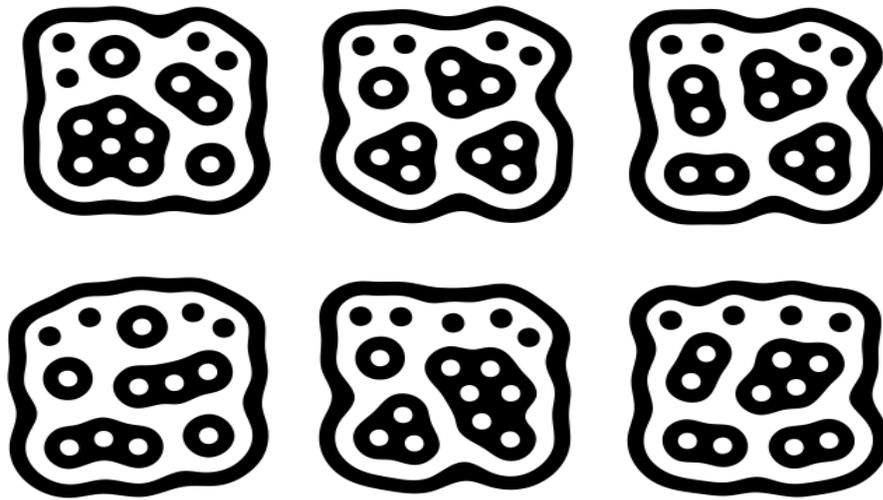


- Usuario**  
•Actor principal que utiliza la aplicación
- Interfaz tangible**  
•Cámara Microsoft 3000 HD: Se utiliza para la detección de los objetos tangibles  
•Luz led 5v: Funciona para iluminar los objetos tangibles para mejorar su detección  
•Bocinas integradas en el equipo de computo: Proporciona retroalimentación a través de audio.
- GameController**  
•Controlador principal del sistema, interactúa con los componentes (TextoAVozController, ReactiVisionController)
- TextoAVozController**  
•Componente para la conversión de texto a voz para otorgar retroalimentación al usuario
- ReactiVisionController**  
•Componente para la detección de objetos tangibles en la interfaz
- MatTUI.db**  
•Base de datos principal del sistema, almacena progreso, actividades y otras características de la aplicación.

Clave	Fecha	Versión	Elaboró	Revisó
METUIGA_001	28/03/2020	V001	Luis Roberto	Dr. Francisco Álvarez

Firma del líder del proyecto

7.9 Anexo 5 – “Elementos en común de los casos de estudio”



*Ilustración 1. Elementos fiduciales relacionados a los objetos tangibles.*



*Ilustración 2. Interior de la Interfaz tangible utilizada en ambos casos de estudio.*

### 7.10 Anexo 6 – “Resultados de evaluación de la metodología METUIGA”

#### Ponderaciones obtenidas en las encuestas realizadas

Tabla 44. Ponderaciones obtenidas de las encuestas realizadas. Fuente: Creación propia.

Variables	Puntuacion obtenida					Ponderada					Total
	1	2	3	4	5	0.2	0.4	0.6	0.8	1	
La metodologia debe ajustarse a los objetivos				1	1	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.900
La metodologia debe cubrir el ciclo entero de desarrollo de software				1	1	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.900
La metodologia debe integrar las distintas fases del ciclo de desarrollo			1	2		0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.800
La metodologia debe incluir la realización de validaciones			1	1		0.000	0.000	0.500	0.500	0.000	0.700
La metodologia debe soportar la determinacion de exactitud del sistema a traves del ciclo de desarrollo			1	1		0.000	0.000	0.500	0.500	0.000	0.700
La metodologia debe ser la base de una comunicación efectiva			1		1	0.000	0.000	0.500	0.000	0.500	0.800
La metodologia debe funcionar en un entorno dinamico orientado en el usuario					2	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
La metodologia debe especificar claramente los responsables de resultados				1	1	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.900
La metodologia debe poder emplearse en un entorno amplio de proyectos de software				1	1	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.900
La metodologia se debe de poder enseñar					2	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
La metodologia debe estar soportada por herramientas CASE				2		0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.800
La metodologia debe soportar la eventual evolucion del sistema				2		0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.800
La metodologia debe contener actividades conducentes a mejorar el proceso de desarrollo de software.				2	1	0.000	0.000	0.000	0.667	0.333	0.867

#### Evaluación Metodología 1

Tabla 45. Evaluación de la metodología 1

Matriz de evaluación de metodologías				
Factores clave de éxito	Ponderación	METUIGA		Pasos a seguir para la utilización de la matriz de perfil competitivo se presenta a continuación:
		Puntuación	Resultado ponderado	
La metodologia debe ajustarse a los objetivos	0.08	2	0.16	1. Identificar los factores claves de éxito
La metodologia debe cubrir el ciclo entero de desarrollo de software	0.086	3	0.258	2. Asignar ponderacion a cada factor clave de éxito.
La metodologia debe integrar las distintas fases del ciclo de desarrollo	0.086	3	0.258	3. Se asigna fortaleza o debilidad a cada factor por competidor(metodología)
La metodologia debe incluir la realización de validaciones	0.08	2	0.16	3.1. Debilidad grave = 1
La metodologia debe soportar la determinacion de exactitud del sistema a traves del ciclo de desarrollo	0.075	3	0.225	3.1. Debilidad menos = 2
La metodologia debe ser la base de una comunicación efectiva	0.078	3	0.234	3.3. Fortaleza menor = 3
La metodologia debe funcionar en un entorno dinamico orientado en el usuario	0.064	4	0.256	3.4. Fortaleza importante = 4
La metodologia debe especificar claramente los responsables de resultados	0.078	3	0.234	4. Calcular los resultados ponderados
La metodologia debe poder emplearse en un entorno amplio de proyectos de software	0.083	4	0.332	5. Sumar resultados
La metodologia se debe de poder enseñar	0.075	4	0.3	
La metodologia debe estar soportada por herramientas CASE	0.07	3	0.21	Instrumento obtenido en: Méndez Nava, E. M., & RAMÓN, G. (2006). Modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software. Caracas, Venezuela.
La metodologia debe soportar la eventual evolucion del sistema	0.075	4	0.3	
La metodologia debe contener actividades conducentes a mejorar el proceso de desarrollo de software.	0.072	4	0.288	
			3.215	

## Evaluación Metodología 2

**Tabla 46.** Evaluación de la metodología 2

Matriz de evaluación de metodologías							
Factores clave de éxito	Ponderación	METUIGA		Pasos a seguir para la utilización de la matriz de perfil competitivo se presenta a continuación:			
		Puntuación	Resultado ponderado				
La metodología debe ajustarse a los objetivos	0.08	3	0.24	Pasos a seguir para la utilización de la matriz de perfil competitivo se presenta a continuación: 1. Identificar los factores claves de éxito 2. Asignar ponderacion a cada factor clave de éxito. 3. Se asigna fortaleza o debilidad a cada factor por competidor(metodología) 3.1. Debilidad grave = 1 3.1. Debilidad menos = 2 3.3. Fortaleza menor = 3 3.4. Fortaleza importante = 4 4. Calcular los resultados ponderados 5. Sumar resultados Instrumento obtenido en: Méndez Nava, E. M., & RAMÓN, G. (2006). Modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software. Caracas, Venezuela.			
La metodología debe cubrir el ciclo entero de desarrollo de software	0.086	4	0.344				
La metodología debe integrar las distintas fases del ciclo de desarrollo	0.086	4	0.344				
La metodología debe incluir la realización de validaciones	0.08	3	0.24				
La metodología debe soportar la determinacion de exactitud del sistema a traves del ciclo de desarrollo	0.075	4	0.3				
La metodología debe ser la base de una comunicación efectiva	0.078	4	0.312				
La metodología debe funcionar en un entorno dinamico orientado en el usuario	0.064	3	0.192				
La metodología debe especificar claramente los responsables de resultados	0.078	4	0.312				
La metodología debe poder emplearse en un entorno amplio de proyectos de software	0.083	4	0.332				
La metodología se debe de poder enseñar	0.075	4	0.3				
La metodología debe estar soportada por herramientas CASE	0.07	4	0.28				
La metodología debe soportar la eventual evolucion del sistema	0.075	4	0.3				
La metodología debe contener actividades conducentes a mejorar el proceso de desarrollo de software.	0.072	4	0.288				
			3.784				

7.11 Anexo 7 – “Aplicaciones generadas durante el verano de investigación”

Pantallas de la aplicación Conoce el espacio



Ilustración 3. Pantalla principal de la aplicación conoce el espacio.



Ilustración 4. Menú de la aplicación Conoce el espacio

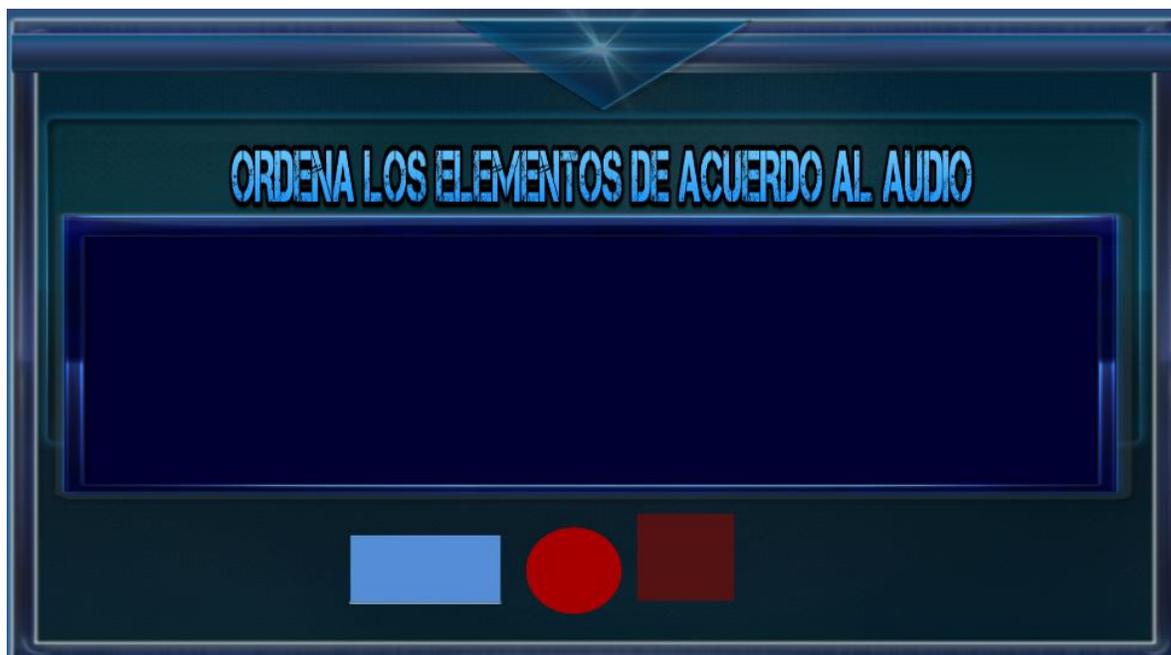
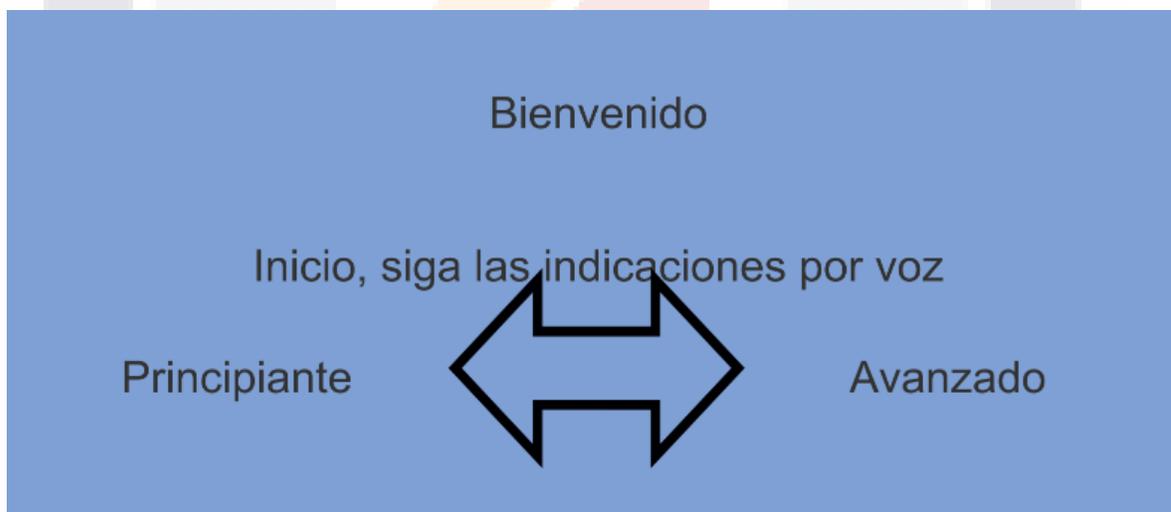


Ilustración 5. Actividad de la aplicación conoce el espacio

**Pantalla de la aplicación para la enseñanza de Lecto-Escritura Braille**



**Area para fichas**

Ilustración 6. Pantalla principal de la aplicación para Lecto-Escritura Braille



Ilustración 7. Pantalla de actividad de la aplicación para Lecto-Escritura Braille



7.12 Anexo 8 – “Certificados Obtenidos durante la investigación”



Certificado de curso en línea: Desingning Gamification Level 1 (Basic) + Certification



Certificado de curso en línea: Desingning Gamification Level 2 (Intermediate) + Certification



Certificado de curso en línea: Gamificación: qué es y cómo hacerla



Certificado de curso en línea: SQLite, Unity 3D, C# y Bases de datos para Videojuegos



Certificado de curso en línea: Diseño UX + HTML5 Y CSS3 ¡Fácil y práctico!



Certificado de curso en línea: Máster: Diseño profesional de prototipos.