



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

El aprendizaje de las matemáticas en
segundo grado de primaria por medio de
dispositivos móviles

Tesis para obtener el título de:
Ingeniero en Computación

Presenta:
Zahedi Armando Aquino Acevedo

Director de Tesis:
M.C. Gabriel Gerónimo Castillo

Huajuapán de León, Oaxaca. Septiembre 2007

AGRADECIMIENTOS

A mis padres: Armando Aquino Jiménez y Francisca Acevedo Solano, por el amor, apoyo y confianza depositada en mi, por tener paciencia y animarme siempre en los momentos difíciles. Sin ustedes nada de esto sería posible.

A mi asesor: M.C. Gabriel Gerónimo Castillo, por su tiempo, apoyo, amistad, experiencia y consejos brindados para la realización de este trabajo de tesis.

A mis sinodales: M.C. Carlos Alberto Fernández y Fernández, M.C. Mario Alberto Moreno Rocha, M.C. Ricardo Ruiz Rodríguez por los buenos consejos, sugerencias y el tiempo dedicado a las revisiones.

A mis padrinos: El maestro Javier David Lara Farfán y la maestra Elsa Díaz Cruz por el apoyo que me han brindado desde el principio y porque siempre han sido una inspiración para salir adelante.

A mi hermana y hermano: Lizbeth Aquino Acevedo y Miguel Aquino Acevedo, por el apoyo y cariño que siempre me han brindado.

A mi novia: Fátima Jiménez López por su amor, paciencia, comprensión y motivación para superarme siempre ante cualquier obstáculo.

Al maestro: Andrés Jiménez Ramírez por las sugerencias y el tiempo dedicado a la revisión de mi trabajo.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1: PANORAMA GENERAL

1.1 INTRODUCCIÓN	6
1.2 PROPUESTA DE TESIS	6
1.3 OBJETIVOS	7
1.4 JUSTIFICACIÓN	7
1.4.1 Teorías del juego.....	7
1.4.2 Herramientas actuales para las matemáticas.....	8
1.5 EDUMÓVIL	10
1.6 MATEMÁTICAS DE SEGUNDO GRADO.....	11
1.6.1 Los números, sus relaciones y sus operaciones	11
1.6.2 Medición.....	12
1.6.3 Geometría.....	12
1.6.4 Tratamiento de la información	12

CAPÍTULO 2: PROCESOS DE DESARROLLO Y OBTENCIÓN DE REQUERIMIENTOS

2.1 DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO	13
2.2 PROCESO UNIFICADO DE JUEGOS.....	14
2.3 PRUEBAS DE USABILIDAD	16
2.4 ENCUESTAS.....	17
2.4.1 Identificación del eje	18
2.4.2 Identificación de colores.....	20
2.5 IDENTIFICACIÓN DE PERSONAJES	23

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SOFTWARE EDUCATIVO

3.1. CONCEPCIÓN DEL JUEGO	24
3.1.1 Actividades de los números sus relaciones y sus operaciones.....	24
3.1.2 Descripción de actividades en el juego.....	25
3.1.3 Evaluación del jugador.....	28
3.2. PROTOTIPOS	28
3.3. GUÍA DE ARTE	30
3.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	30
3.4.1 Especificaciones del Hardware	30
3.4.2 Especificaciones del Software	31
3.5. MODELADO DE LA APLICACIÓN.....	31
3.5.1 Casos de Uso.....	31
3.5.1.1 Caso de Uso: Jugar "Operación incorrecta".....	32
3.5.1.2 Caso de Uso: Jugar "Reventar globos"	33
3.5.1.3 Caso de Uso: Jugar "La carrera"	33
3.5.1.4 Caso de Uso: Jugar "Agrupar monedas"	34
3.5.1.5 Caso de Uso: Jugar "Fuera de tiempo"	35
3.5.1.6 Caso de Uso: Crear perfil.....	35
3.5.1.7 Caso de Uso: Cargar perfil almacenado	36
3.5.1.8 Caso de Uso: Ver datos del jugador	36

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DEL SOFTWARE

4.1 IMPLEMENTACIÓN DE GRÁFICOS.....	38
4.1.1 Clase Imagen.....	38
4.2 CLASES CREADAS.....	38

4.3	MÓDULOS DEL SISTEMA.....	40
4.3.1	Módulo “Juego nuevo”	40
4.3.2	Módulo “Continuar Juego”	42
4.3.3	Módulo “Consultar datos”	42
4.3.4	Módulo “Jugar”	43
4.4	PRUEBAS REALIZADAS DURANTE EL DESARROLLO.....	44
4.4.1	Pruebas de nivel de dificultad	45
4.4.2	Pruebas de botones.....	45
4.4.3	Pruebas de actividades.....	46
4.5	PRUEBAS FINALES	47
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS		51
ANEXO 1.1 CUESTIONARIO PARA MAESTROS DE SEGUNDO GRADO DE PRIMARIA.....		53
ANEXO 1.2 CUESTIONARIO DE COLORES PARA NIÑAS DE SEGUNDO GRADO DE PRIMARIA. 55		
ANEXO 1.3 CUESTIONARIO DE COLORES PARA NIÑOS DE SEGUNDO GRADO DE PRIMARIA. 57		
ANEXO 1.4 DIAGRAMAS DE SECUENCIA PARA LOS CASOS DE USO		59
ANEXO 1.5 DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS DE LAS CLASES CREADAS		66
ANEXO 1.6 CUESTIONARIO APLICADO EN LAS PRUEBAS DE USABILIDAD.....		73
REFERENCIAS.....		86
	<i>Bibliografía.....</i>	<i>86</i>
	<i>URLS.....</i>	<i>87</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Pantallas de Herbert's Math Time V3.3.	9
Figura 1.2 Pantallas de Fraction Math Time.	9
Figura 1.3 Pantallas de BunnyMath.	9
Figura 1.4 Pantalla de Math Class.	9
Figura 1.5 Pantallas de ArithmeFish.	10
Figura 1.6 Pantallas de Math123 Kids Math and Count 2.0.	10
Figura 2.1 Las cinco fases del Diseño Centrado en el Usuario[URL16].	14
Figura 2.2 Proceso de desarrollo en Edumóvil.	15
Figura 2.3 Modelos de Palm utilizados para las pruebas de usabilidad.	16
Figura 2.4 Resultado de las encuestas para la detección del eje problemático de matemáticas.	19
Figura 2.5 Resultado de las encuestas para la detección del subtema problemático.	20
Figura 2.6 Colores mostrados en la encuesta para identificar los que tenían mayor preferencia.	21
Figura 2.7 Expresiones faciales mostradas en la encuesta.	21
Figura 2.8 Resultado de encuestas de colores para niños.	22
Figura 2.9 Resultado de encuestas de colores para niñas.	22
Figura 2.10 Personajes de "Observa y Aprende".	23
Figura 2.11 Personajes de "El Recreo".	23
Figura 3.1 Imagen de la actividad "La tarea de Néstor".	24
Figura 3.2 Imagen de la actividad "Uno más, uno menos".	25
Figura 3.3 Imagen de la Actividad "Los dulces".	25
Figura 3.4 Bosquejo para la actividad "Operación incorrecta".	26
Figura 3.5 Pantalla para la actividad "Reventar globos".	26
Figura 3.6 Pantalla para la actividad "La carrera".	27
Figura 3.7 Pantalla para la actividad "Agrupar monedas".	27
Figura 3.8 Pantalla para la actividad "Fuera de tiempo".	27
Figura 3.9 Pantalla de "Datos del jugador".	28
Figura 3.10 Diagrama de estados.	29
Figura 3.11 Colores utilizados para niños.	30
Figura 3.12 Colores utilizados para niñas.	30
Figura 3.13 Diagrama de Casos de Uso.	32
Figura 4.1 Diagrama de clases.	39
Figura 4.2 Pantalla para elegir jugador.	40
Figura 4.3 Pantalla para introducir nombre.	41
Figura 4.4 Pantalla para elegir nivel de dificultad.	41
Figura 4.5 Pantalla para seleccionar el nombre del niño que desea continuar.	42
Figura 4.6 Pantalla de datos del jugador.	43
Figura 4.7 Pantallas de la actividad "Agrupar monedas", Mapa de Actividades y la actividad "La carrera".	43
Figura 4.8 Botones.	46
Figura 4.9 Posición establecida para el botón de atrás y listo.	46
Figura 4.10 Cambios en la actividad de "Unir Puntos".	47
Figura 4.11 Cambios al botón de Borrar/Deshacer.	47
Figura 4.12 Pruebas en el Laboratorio de Usabilidad.	48
Figura 4.13 Cambios al botón de Listo/Seguir.	48
Figura 4.14 Cambios al botón Atrás/Regresar.	49
Figura 4.15 Imágenes de respuesta correcta e incorrecta.	49
Figura 4.16 Imágenes modificadas de respuesta correcta e incorrecta.	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Descripción de las diferentes aplicaciones de matemáticas actualmente disponibles.....	8
Tabla 2.1 Descripción de las diez fases de GUP.....	14
Tabla 3.1 Descripción de estados.....	29
Tabla 3.2 Características de Palm Z22.	30
Tabla 5.1 Descripción de los métodos para la clase <i>Menu</i>	66
Tabla 5.2 Descripción de los métodos para la clase <i>Actividad</i>	67
Tabla 5.3 Descripción de los métodos para la clase <i>Datos</i>	68
Tabla 5.4 Descripción de los métodos para la clase <i>Jugar</i>	69
Tabla 5.5 Descripción de los métodos para la clase <i>CargarDatos</i>	69
Tabla 5.6 Descripción de los métodos para la clase <i>OpIncorrecta</i>	70
Tabla 5.7 Descripción de los métodos para la clase <i>Globos</i>	70
Tabla 5.8 Descripción de los métodos para la clase <i>Carrera</i>	71
Tabla 5.9 Descripción de los métodos para la clase <i>Agrupar</i>	71
Tabla 5.10 Descripción de los métodos para la clase <i>FueraTiempo</i>	72

CAPÍTULO 1: PANORAMA GENERAL

1.1 Introducción

En la actualidad la educación en México presenta bajos niveles de aprovechamiento por parte de los estudiantes[URL3]. No se pueden culpar a las metodologías aplicadas en la enseñanza, ya que estas antes de ser implementadas son analizadas y criticadas por especialistas para ser aprobadas a nivel nacional.

Se han desarrollado varias metodologías tales como PALEM, IPALEM y actualmente el PRONALEES[URL11]. La SEP tiene también contemplado y puesto en marcha prácticas innovadoras, tales como Enciclomedia[URL15], que incorpora nueva tecnología en las aulas de clase.

Lo que se pretende en la actualidad en diferentes ambientes de enseñanza como Edunova[URL4] y Handheld Resource Center[URL8] son la incorporación de los dispositivos móviles en la educación. Estos han atraído la atención de muchos por su precio, tamaño y sobre todo por su utilidad en diferentes medios.

Cada día el número de aplicaciones disponibles para estos dispositivos, ya sea software comercial o libre, ha crecido y los beneficios se ven reflejados en la productividad de cada individuo o en el tiempo requerido para realizar tareas.

En México y en todo el mundo cada vez son más los que se acercan a la tecnología de dispositivos móviles y por parte de la Secretaría de Educación Pública, entre maestros, investigadores y estudiantes ha crecido el interés por usar y desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje como herramienta para el trabajo en las aulas.

1.2 Propuesta de Tesis

La tecnología presenta muchos beneficios, y muchos de los dispositivos han surgido para satisfacer la necesidad de auxiliar en las tareas cotidianas de los usuarios. Se propone continuar con el trabajo que se está desarrollando actualmente en el proyecto Edumóvil (Sección 1.5) cuyo objetivo es incorporar los dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en este caso, aportando una investigación y desarrollo en el área de las matemáticas de segundo grado de primaria.

La presente tesis tiene como finalidad investigar el eje de matemáticas de segundo grado de primaria en el cual los niños presenten mayor dificultad de aprendizaje, así como su preferencia de colores. Esta investigación se realizará por medio de encuestas a los maestros de segundo grado de primaria.

Una vez identificado el eje y preferencia de colores, se diseñará un juego basado en los datos obtenidos en las encuestas. La aplicación será desarrollada siguiendo el proceso de Edumóvil que se basa en las metodologías UCD (User Centered Design) y GUP (Game Unified Process) en conjunto (Capítulo 2).

Las actividades que serán implementadas en el juego se fundamentarán en las actividades que se encuentran actualmente en los libros gratuitos de matemáticas de segundo grado de primaria proporcionados por la Secretaría de Educación Pública[15].

Al finalizar la aplicación será evaluada por medio de pruebas en el Laboratorio de Usabilidad en la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Esta aplicación no pretende ser un sustituto del maestro, sino una herramienta de apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.3 Objetivos

Objetivo general:

Apoyar la enseñanza de las matemáticas de segundo grado de primaria utilizando dispositivos Palm.

Para cumplir con el objetivo general se tienen los siguientes objetivos particulares:

1. Investigar el eje y subtema de matemáticas de segundo grado en el cual los niños presenten mayor dificultad de aprendizaje.
2. Desarrollar un juego para Palm que resuelva el problema identificado en el objetivo particular uno, aplicando la metodología UCD (User-Centered Design) y GUP (Game Unified Process) en conjunto.
3. Desarrollar el juego para un sólo jugador.
4. Realizar pruebas de usabilidad con niños de segundo grado de primaria (siete-ocho años) para detectar fallas en el diseño o funcionalidad del juego.

1.4 Justificación

Actualmente en Huajuapán de León, Oaxaca son pocas las escuelas que cuentan con equipo de cómputo y el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles hace más accesible y factible la adquisición de equipo tecnológico novedoso para auxiliar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los dispositivos Palm, en comparación con las computadoras de escritorio, resultan ser baratas y por lo tanto más accesibles para las escuelas.

Otro problema en las escuelas es el software, no cuentan con software educativo diseñado específicamente para los problemas que tienen los niños. La aplicación a desarrollar será enfocada al eje de matemáticas en el cual los niños presenten mayor dificultad de aprendizaje, será gratuito y cualquier escuela podrá utilizarlo en sus aulas.

Se han elegido las Palm como dispositivo móvil ya que por parte de Edumóvil (Sección 1.5) se realizaron pruebas de usabilidad en el año 2004 para identificar si era viable utilizar los dispositivos PDA's [13] con niños y observar si era preferible un dispositivo Palm o Pocket PC. El resultado de las pruebas realizadas por Edumóvil muestran que el uso de los PDA's es factible para niños, en especial los dispositivos Palm.

1.4.1 Teorías del juego

La aplicación que se desarrollará será en forma de juego, ya que con el juego se atrae la atención de los niños y a la vez se ejercitan sus habilidades matemáticas sin sentir presión en el aprendizaje.

En la teoría cognoscitiva del juego descrita por Piaget, Vygotski y Brunner, se pueden analizar las diferentes posturas referentes al juego. Piaget define el juego como un elemento esencial en el desarrollo de la inteligencia[10]; Vygotsky propone una visión sociocultural que llama zona próxima de desarrollo de potencialidades individuales y sociales que producen un nuevo aprendizaje[16]; Brunner dice que el juego, el pensamiento y el lenguaje contribuyen a un desarrollo integral del ser humano[2]. Para él, en los juegos, los niños disminuyen sus errores a través de la desvinculación entre los medios y los fines. Los autores mencionados coinciden en que el juego es importante para el desarrollo del niño, es éste, el que permite ejercitar el pensamiento en un ambiente agradable.

1.4.2 Herramientas actuales para las matemáticas

Actualmente existen en el mercado aplicaciones enfocadas a la educación de matemáticas en forma general, no son gratuitas y en otro idioma diferente al nuestro. En la Tabla 1.1 se muestran algunas de estas aplicaciones, así como una breve descripción de cada una de ellas.

Tabla 1.1 Descripción de las diferentes aplicaciones de matemáticas actualmente disponibles.

Nombre	Descripción
Herbert's Math Time V3.3 [URL9] (Figura 1.1)	Herramienta para aprender las habilidades aritméticas básicas (suma, resta, multiplicación y división). Herramienta configurable en cuanto al número de cifras de cada número. Utiliza comunicación infrarroja para juego cooperativo e interactivo.
Fraction Math Time V1.2.2 [URL6] (Figura 1.2)	Complemento de Herbert's Math Time, enfocado a las fracciones. Utiliza comunicación infrarroja para juego cooperativo e interactivo.
BunnyMath [URL2] (Figura 1.3)	Herramienta para aprender las habilidades aritméticas básicas (suma, resta, multiplicación y división). Cuenta con 100 niveles y las cifras de las operaciones son configurables.
Math Class [URL13] (Figura 1.4)	Herramienta para aprender las habilidades aritméticas básicas (suma, resta, multiplicación y división). Mezcla el sonido y el tiempo en las actividades.
ArithmeFish [URL1] (Figura 1.5)	Video juego que ayuda a los niños a memorizar hechos de la aritmética básica.
Math123 Kids Math and Count 2.0 [URL12] (Figura 1.6)	Herramienta para sumar, restar, multiplicar y dividir. Cuenta con tres niveles de dificultad para cada tipo de operaciones.

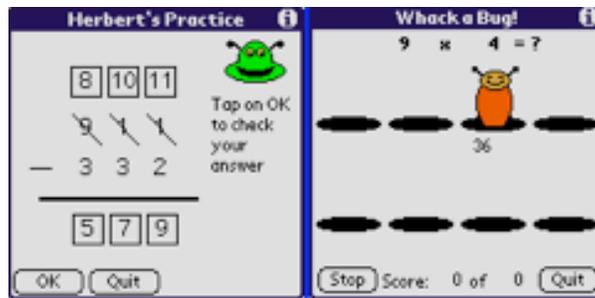


Figura 1.1 Pantallas de Herbert's Math Time V3.3.

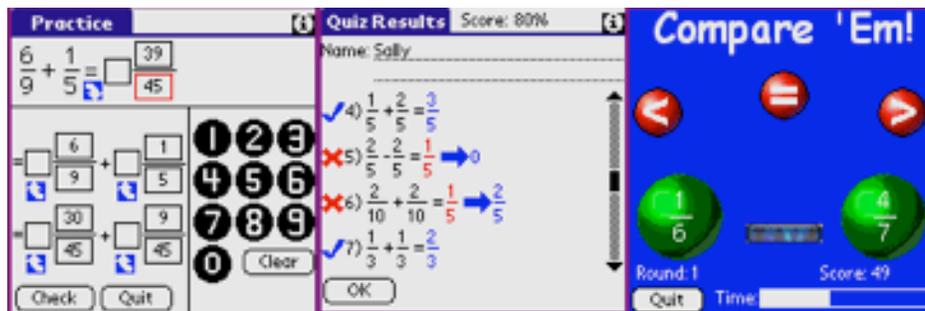


Figura 1.2 Pantallas de Fraction Math Time.



Figura 1.3 Pantallas de BunnyMath.

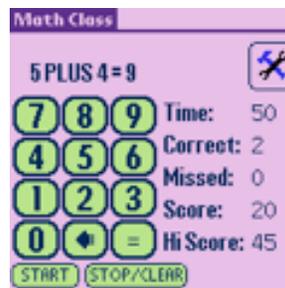


Figura 1.4 Pantalla de Math Class.

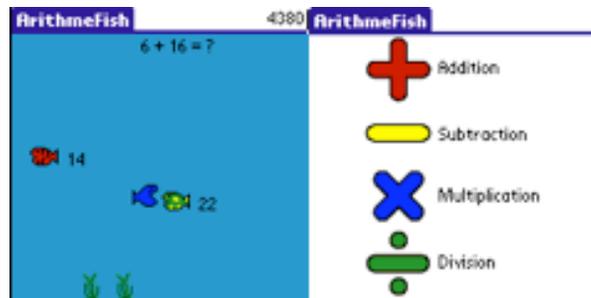


Figura 1.5 Pantallas de ArithmeFish.

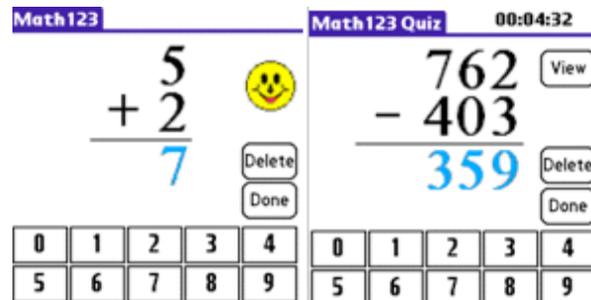


Figura 1.6 Pantallas de Math123 Kids Math and Count 2.0.

Como se puede observar, estas aplicaciones ejercitan las habilidades básicas de aritmética de los niños, pero no cubren el aspecto en el que los niños de nuestra comunidad presentan deficiencias; son muy simples en cuanto a diseño, son en otro idioma diferente al nuestro, requieren configuración por parte de alguien para definir el nivel de dificultad y no son gratuitos.

Esta tesis pretende coadyuvar con los niños de nuestro país en el área de las matemáticas, en especial con los niños de Huajuapán de León, en el eje detectado como problemático por medio de un juego que será diseñado para ellos, contará con dos niveles de dificultad para que no requiera de configuración y será una herramienta disponible de manera gratuita.

1.5 Edumóvil

Existe actualmente en la UTM un proyecto enfocado al desarrollo de aplicaciones educativas para dispositivos móviles llamado Edumóvil. Es un proyecto que nació en la UTM y tiene como objetivo: “mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de los niños de nivel básico a través de la incorporación de tecnología móvil en el aula”[9].

Está enfocado a desarrollar aplicaciones para PDA's y celulares que abarquen las materias de primaria, tales como: Español, Matemáticas, Historia y Ciencias Naturales. Edumóvil tiene hasta la fecha terminadas tres aplicaciones: “Observa y Aprende”[4], “¿Quién se come a quién?”[1] y “LEO”[6], la primera está orientada al apoyo de las matemáticas de primer grado de primaria, específicamente el eje de tratamiento de la información. La segunda aplicación es un juego colaborativo destinado a la materia de Ciencias Naturales y la tercera es un visualizador de cuentos dirigido a la materia de Español.

Las aplicaciones de Edumóvil mencionadas han sido desarrolladas con Codewarrior, utilizándose los modelos de desarrollo de software de GUP y UCD como bases para el desarrollo. Una vez finalizada la aplicación, se realizaron pruebas de usabilidad para detectar fallas de diseño y/o funcionalidad.

En cuanto a los modelos de desarrollo, estos han dado resultados satisfactorios y conforme crece el número de aplicaciones se modifica la forma como son usados en conjunto, dependiendo de las fallas o necesidades que se han presentado en desarrollos anteriores.

La aplicación propuesta aportará cambios en la forma como se han desarrollado, ya que en aplicaciones anteriores el usuario solo es involucrado para la identificación de requisitos y pruebas finales. Éstas fueron las únicas que se realizaron durante todo el proceso de desarrollo y una vez realizados los cambios necesarios se liberó la aplicación.

Este trabajo de tesis incluirá al usuario durante el proceso de desarrollo de tal forma que conforme se logren avances significativos en la aplicación, se realizarán pruebas con los usuarios finales para detectar fallas o posibles mejoras ya que no se pueden detectar todos los errores realizando pruebas una sola vez y con ello se estará refinando la aplicación en cada iteración[7] que sea realizada.

Para el desarrollo de las aplicaciones de Edumóvil, se realizan pruebas de usabilidad con niños de primaria y encuestas a los maestros y alumnos del mismo nivel.

La identificación de los requisitos y las bases en las que se fundamenta el material desarrollado por parte de Edumóvil son los libros de texto gratuitos utilizados actualmente en las escuelas primarias de la educación pública.

El trabajo de esta tesis se enfoca en el eje de matemáticas en el que los niños presentan dificultades de aprendizaje, la aplicación es en forma de juego y está diseñada para un jugador únicamente.

1.6 Matemáticas de segundo grado

La aplicación desarrollada se basa en las actividades descritas en el libro de texto de segundo grado de matemáticas proporcionado por la Secretaría de Educación Pública.

La materia de matemáticas está dividida en un conjunto de temas llamados ejes. Éstos varían según avanza la escolaridad, en segundo grado existen los siguientes ejes[14]: “Los números, sus relaciones y sus operaciones”, “Medición”, “Geometría” y “Tratamiento de la información”.

A continuación se describen en forma breve cada uno de ellos.

1.6.1 Los números, sus relaciones y sus operaciones

Los contenidos de este eje se trabajan desde el primer grado con el fin de proporcionar experiencias que pongan en juego los significados que los números adquieren en diversos contextos y las diferentes relaciones que pueden establecerse entre ellos.

El objetivo es que los alumnos, a partir de sus conocimientos básicos, comprendan mejor el significado de los números y de los símbolos que los representan y puedan utilizarlos como herramientas para solucionar diversas situaciones problemáticas, mismas que se plantean con el fin de promover en los niños el desarrollo de una serie de actividades, reflexiones, estrategias y discusiones, que les permitan la construcción de conocimientos nuevos o la búsqueda de la solución a partir de los conocimientos que ya poseen.

1.6.2 Medición

El interés central a lo largo de la primaria en relación con la medición es que los conceptos ligados a ella se construyan a través de acciones directas sobre los objetos, mediante la reflexión sobre esas acciones y la comunicación de sus resultados. Con base en esta idea, los contenidos de este eje integran el estudio de las magnitudes, la noción de unidad de medida y la cuantificación, como resultados de la medición de dichas magnitudes.

1.6.3 Geometría

Se presentan contenidos y situaciones que favorecen la ubicación del alumno en relación con su entorno, así mismo se proponen actividades de manipulación, observación, dibujo y análisis de formas diversas.

A través de la formalización paulatina de las relaciones que el niño percibe y de su representación en el plano, se pretende que estructure y enriquezca su manejo e interpretación del espacio y de las formas.

1.6.4 Tratamiento de la información

Analizar y seleccionar información planteada a través de textos, imágenes u otros medios es la primera tarea que realiza quien intenta resolver un problema matemático. Ofrecer situaciones que promuevan este trabajo es propiciar en los alumnos el desarrollo de la capacidad para resolver problemas. Por ello, a lo largo de la primaria se proponen contenidos que tienden a desarrollar en los alumnos la capacidad para tratar la información.

Por otro lado, en la actualidad se recibe constantemente información cuantitativa en estadísticas, gráficas y tablas, es por tanto necesario que los alumnos, desde la primaria, se inicien en el análisis de la información de estadística simple, presentada en forma de gráficas o tablas y también en el contexto de documentos, propagandas, imágenes u otros textos particulares.

CAPÍTULO 2: PROCESOS DE DESARROLLO Y OBTENCIÓN DE REQUERIMIENTOS

2.1 Diseño Centrado en el Usuario

Para el desarrollo de la aplicación se utilizan modelos de desarrollo de software, tales como la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (UCD)[11] ya que permite realizar aplicaciones que son más intuitivas, fáciles de usar y aprender. Pretende involucrar al usuario final durante su realización pues la participación de éste, durante el desarrollo, genera aplicaciones de mayor aceptación y éxito[5].

Esta metodología pretende que la aplicación sea fácil de entender, utilizar y que la concentración del usuario esté enfocada en resolver el problema y no averiguando qué debe hacer para resolver el problema. Se trata de minimizar los esfuerzos por parte del usuario en la interacción con la aplicación, es decir, reducir al máximo los pasos que el usuario debe seguir para resolver el problema.

El usuario debe ser considerado durante el desarrollo pues será quien utilizará la aplicación y por medio de él se obtendrán datos sobre las fallas en ésta, qué se debe mejorar ó qué se debe cambiar, mientras más rápido se obtenga esta información mayor será la satisfacción del usuario y la disminución en el tiempo invertido en el desarrollo.

El éxito del UCD se debe a que durante la construcción de la aplicación se toman en cuenta las necesidades, preferencias y opiniones de los usuarios finales. Las opiniones y observaciones de los usuarios determinan tanto el diseño como el contenido por lo que se estará más seguro de estar cumpliendo con sus expectativas al tomarlos en consideración[URL10] durante el desarrollo.

Algunas ventajas obtenidas al utilizar el proceso de UCD[5] son que:

- El producto final cumplirá con las expectativas y niveles de satisfacción del usuario.
- Los usuarios desarrollan un sentido de pertenencia para el producto,
- Durante el desarrollo de la aplicación el producto requiere de menos rediseño y su integración es más rápida a los entornos.

El Diseño Centrado en el Usuario está compuesto por cinco fases[URL16] (figura 2.1): Requerimientos de usuario, Diseño conceptual, Diseño detallado, Desarrollo e Implementación.

2.1.1 Propósito de Cada Fase

1. Requerimientos de Usuario: identificar quiénes son los usuarios, qué tareas realizarán, cuánta experiencia tienen, qué problemas se les pueden presentar y sus expectativas acerca de la aplicación.
2. Diseño Conceptual: Trabajar con usuarios para crear un entendimiento general de cómo va a operar el sistema. Definir las funciones principales del sistema.
3. Diseño Detallado: Empezar a incorporar una interfaz para desarrollar un prototipo y corregir problemas en el diseño.

4. Desarrollo: Programar la aplicación que será utilizada. El desarrollo incluye programar la aplicación, crear la documentación del usuario, establecer las rutinas de ayuda y preparar la capacitación.
5. Implementación: Entregar la aplicación al usuario. Proveer la capacitación adecuada, documentar y asegurarse que la aplicación ayudará al usuario a realizar mejor su trabajo.

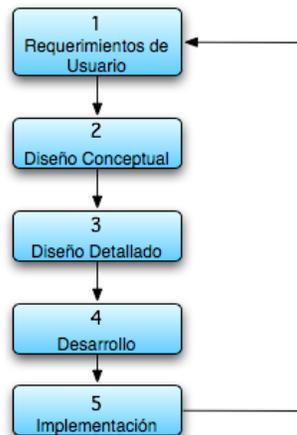


Figura 2.1 Las cinco fases del Diseño Centrado en el Usuario[URL16].

2.2 Proceso Unificado de Juegos

Edumóvil tiene actualmente dos juegos finalizados que han sido desarrollados utilizando la metodología de UCD y GUP (Proceso Unificado de Juegos) en conjunto y debido a los buenos resultados obtenidos se continúa utilizando ese proceso de desarrollo en esta tesis. El GUP [URL5] está compuesto por diez fases y una breve descripción de cada fase del proceso se puede ver en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Descripción de las diez fases de GUP.

Fase	Descripción
Concepción	En esta etapa miembros del equipo desarrollador se reúnen para discutir lo que va o debe ser el juego. Se mencionan temas como la audiencia, plataforma, tiempo para el desarrollo, características del juego, etc.
Especificaciones del juego	Describe características del juego, decisiones de plataforma y prototipos de pantallas.
Arte del juego	Especifica el arte que se utilizará en el juego.
Especificaciones técnicas	Especifica la arquitectura del juego con diagramas UML.
Construcción	Se inicia el desarrollo del juego basado en las fases anteriores.
Pruebas de aseguramiento de calidad del sistema	Se compara el juego desarrollado con la documentación para ver en que falla o que

	le hace falta.
Pruebas del juego	El equipo desarrollador valida y critica características del juego.
Pruebas Alpha	El juego es probado por un grupo selecto de evaluadores para obtener retroalimentación y mejorar el juego.
Pruebas Beta	El juego es probado por una audiencia más grande para obtener retroalimentación sobre problemas encontrados o características que deben ser mejoradas, eliminadas o agregadas.
Publicación Final	Después de la retroalimentación y las correcciones se libera la versión final.

Teniendo como base ideas de las metodologías GUP y UCD, se propone en Edumóvil el proceso que se muestra en la Figura 2.2 debido al éxito que se ha obtenido en desarrollos anteriores. Otra razón por la que se ha decidido utilizar estas metodologías es que GUP está enfocado al desarrollo de juegos y como el trabajo de esta tesis está enfocado a niños, se desea que sea fácil de entender y usar, es por eso que también se utiliza UCD.

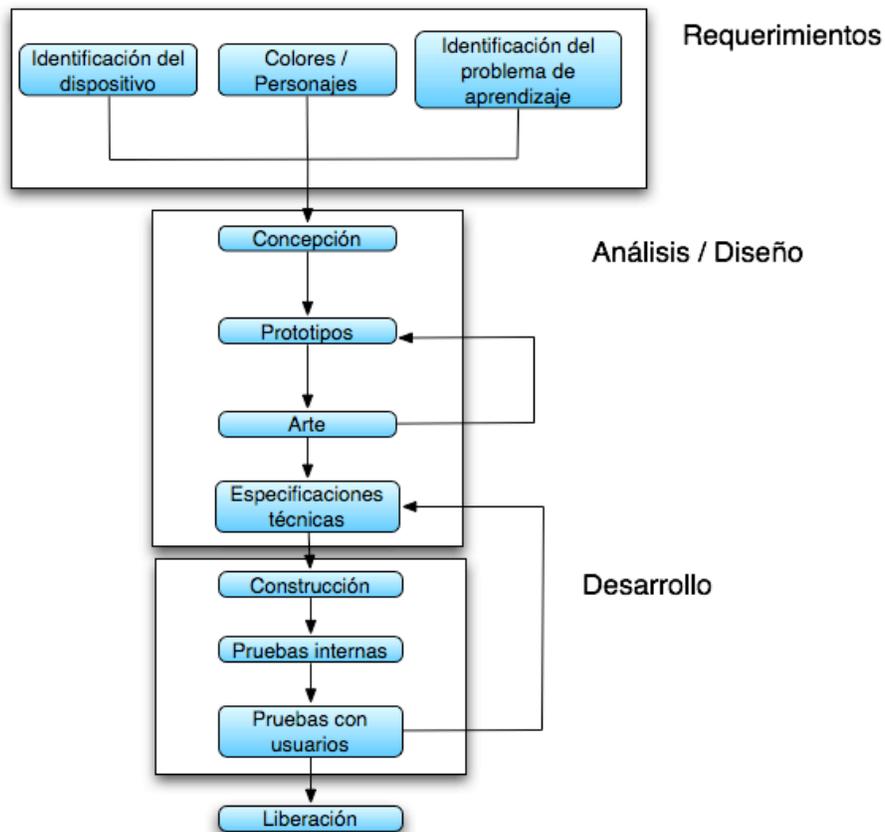


Figura 2.2 Proceso de desarrollo en Edumóvil.

La diferencia entre el proceso de desarrollo utilizado en las anteriores aplicaciones de Edumóvil y el que se muestra en la figura anterior es la adición de la parte iterativa de pruebas. Esto con el fin de estar en constante contacto con el usuario y no sólo una sesión de pruebas antes de liberar el juego final, de esta forma se asegura que el juego cumple con las expectativas del usuario, y los principios de UCD[7] los cuales señalan que es importante tener un acercamiento temprano al usuario y las tareas, se deben realizar medidas empíricas del uso del producto y llevarse a cabo un proceso de diseño iterativo.

En las siguientes secciones y capítulos se describirán las actividades realizadas siguiendo el modelo de desarrollo en Edumóvil.

2.3 Pruebas de Usabilidad

Siguiendo el esquema de la Figura 2.2 se puede ver que los primeros pasos son identificar el dispositivo, colores, personajes y el problema de aprendizaje.

En este caso la identificación del dispositivo consistió en identificar el modelo Palm adecuado y preferido por los niños de segundo grado de primaria ya que éstos varían y son actualizados constantemente, como fue el caso para el modelo Z22 (figura 2.3), que fue introducido al mercado pocos meses antes de realizar las pruebas.

Las pruebas de usabilidad se realizaron el mes de Julio del año 2006 con niños que estaban terminando el primer año de primaria con quienes se pondría en práctica el juego.

Se escogieron cinco niños y cinco niñas de la escuela General Antonio de León entre las edades de siete y ocho años que tenían poco o ningún tipo de conocimiento sobre los dispositivos.

Las pruebas realizadas ayudaron a identificar el modelo de Palm que más les gusta y con el que les agradaría trabajar. En la Figura 2.3 se pueden ver los modelos utilizados para las pruebas.



Figura 2.3 Modelos de Palm utilizados para las pruebas de usabilidad.

De acuerdo a Dumas & Redish[8] las pruebas de usabilidad pretenden alcanzar cinco objetivos:

- 1) Mejorar la usabilidad del producto.
- 2) Involucrar a usuarios reales en las pruebas.
- 3) Darle a los usuarios tareas reales a realizar.
- 4) Permitir a los observadores hacer anotaciones sobre el comportamiento de los participantes.
- 5) Permitir a los observadores analizar los datos obtenidos y realizar los cambios requeridos.

Las pruebas consistieron en preguntar a los niños qué les agradaba y disgustaba de cada modelo. De los cinco modelos que se les presentaron tuvieron que determinar cuál era el que más le gustaba pidiéndoles que ordenaran los diferentes modelos del que más les gustaba al que menos era de su agrado.

Aparte de las preguntas, se le permitió a los niños dibujar y jugar unos minutos con los diferentes modelos de Palm, esto con el objetivo de dar la posibilidad a los observadores de identificar que modelo es el que más se presta para su uso y manipulación, cuál es más cómodo y adecuado para las actividades que realiza y cuál es más fácil de sostener con sus manos ya que algunos son pesados o grandes, lo que dificulta el trabajo con ellas, razón por la que se pudo concluir de las pruebas hechas que el modelo que más se adapta y preferido por ellos debido al peso, tamaño y color es la Palm Z22.

2.4 Encuestas

Se llevaron a cabo encuestas que precisaban dos objetivos: uno, identificar el problema de aprendizaje de matemáticas de segundo grado de primaria y dos, conocer la preferencia de colores de niños de este mismo grado, por lo cual se hizo a una muestra de la población para obtener esta información específica.

Existen tres tipos de encuestas [URL 4]: Personales, Escritas, Telefónicas.

Las de tipo personal se realizan en la casa, trabajo o en lugares públicos y se tiene la oportunidad de aclarar dudas de los encuestados antes de contestar las preguntas.

Las escritas pueden ser por correo, correo electrónico y por cuestionarios web.

Encuestas telefónicas, éstas se hacen por medio de llamadas al trabajo o casa pero se pierde la posibilidad de observar a las personas y tratar de hacerlos sentir en confianza para contestar.

Para elaborar el cuestionario se pueden utilizar tres tipos de preguntas[12]: abiertas, cerradas, con respuesta a escala.

- **Abiertas.** El investigador no limita las opciones de respuesta y permite que el encuestado conteste con sus propias palabras ya que las respuestas pueden proporcionar información que no se había contemplado al momento de elaborar el cuestionario. Una desventaja es que es difícil representar o codificar la información ya que estas varían entre sí.

-
- **Cerradas.** El investigador proporciona al encuestado una lista de respuestas para cada pregunta para obtener información que pueda ser representada o codificada con facilidad. Estas a la vez se dividen en: dicotómicas y de opción múltiple. El ejemplo más sencillo de las preguntas de tipo dicotómicas es en el que se hacen preguntas que se responden únicamente con un sí o no. Las preguntas de opción múltiple permiten contestar con respuestas que comunican más la intensidad de los sentimientos del encuestado.
 - **Con Respuesta a Escala.** Son aquellas que permiten medir la intensidad o grado de sentimiento que se tiene sobre un aspecto, rasgo o variable. En este tipo de preguntas se le presenta una escala de clasificación con las que va a contestar cada una de las preguntas que se le presenten. Un ejemplo de la escala mostrada es: Totalmente de Acuerdo (5), Parcialmente de Acuerdo (4), Indiferente (3), Parcialmente en desacuerdo (2), Totalmente en desacuerdo (1). Estos datos pueden ser codificados con facilidad y el usuario contesta ya sea con la frase o el número que representa cada una de ellas.

Durante la realización de la entrevista o cuestionario, existen diferentes métodos para llevar un control de cómo se le presentan las preguntas a la persona que se está cuestionando. Se tienen cuatro tipos de entrevista[3]:

- **Informal.** En la informal el investigador no tiene ningún tipo de control o estructura, trata de recordar conversaciones previas, constantemente está escribiendo ideas, observaciones y notas que le pueden ayudar para futuras entrevistas. Debe recordar lo más que pueda durante las entrevistas ya que no hace anotaciones durante la entrevista para que sea más rápida o para que la persona entrevistada no se dé cuenta que se está trabajando.
- **No Estructurada.** Para realizar este tipo de entrevista el investigador mantiene siempre un plan claro en mente sobre lo que desea saber y el entrevistado sabe que es lo que quieren saber de él y simplemente contesta preguntas y trata de proporcionar información relevante.
- **Semi-Estructurada.** El investigador tiene un cierto control sobre el camino que va a seguir la entrevista, lleva consigo una lista de preguntas o temas que deben cubrirse durante ésta, lo que permite al investigador recopilar la información que requiere, sin embargo, si se presenta una oportunidad para desviarse un poco del tema por algo que también es interesante, lo puede hacer.
- **Estructurada:** El investigador presenta una serie de preguntas al entrevistado en las cuales le indica que hacer en caso de contestar con cierta respuesta. El cuestionario sirve como una guía sobre lo que debe contestar el entrevistado en base a sus respuestas.

2.4.1 Identificación del eje

La encuesta más adecuada para detectar el eje de matemáticas de segundo grado que está causando problemas, es la encuesta de tipo personal. Para efectuar ésta, se diseñó un cuestionario estructurado con preguntas cerradas y abiertas.

Las encuestas (Anexo 1.1) se realizaron a maestros de segundo grado en escuelas primarias de Huajuapán de León durante el mes de Marzo del 2006, con la finalidad de que identificaran el eje de matemáticas en el cual los niños presentaban dificultades de aprendizaje.

Al asistir a las aulas de los profesores se les informó sobre la propuesta de tesis y en que consistía el cuestionario.

Las encuestas se realizaron en siete diferentes escuelas primarias de la ciudad de Huajuapán de León.

En cada escuela primaria se cuenta en promedio con dos profesores para el segundo año de primaria y en total se realizaron 16 encuestas (figura 2.4).

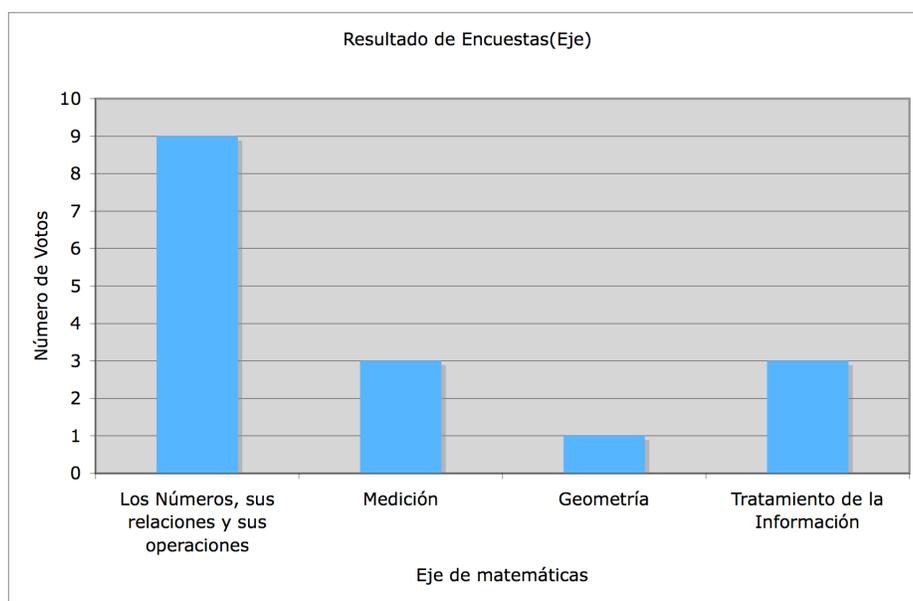


Figura 2.4 Resultado de las encuestas para la detección del eje problemático de matemáticas.

Como se puede apreciar en la figura 2.4, el eje en el que los niños tienen problemas de aprendizaje es el de “Los Números, sus relaciones y sus operaciones” y como subtema se puede ver que es el de “Resolución de problemas de suma y resta” (figura 2.5).

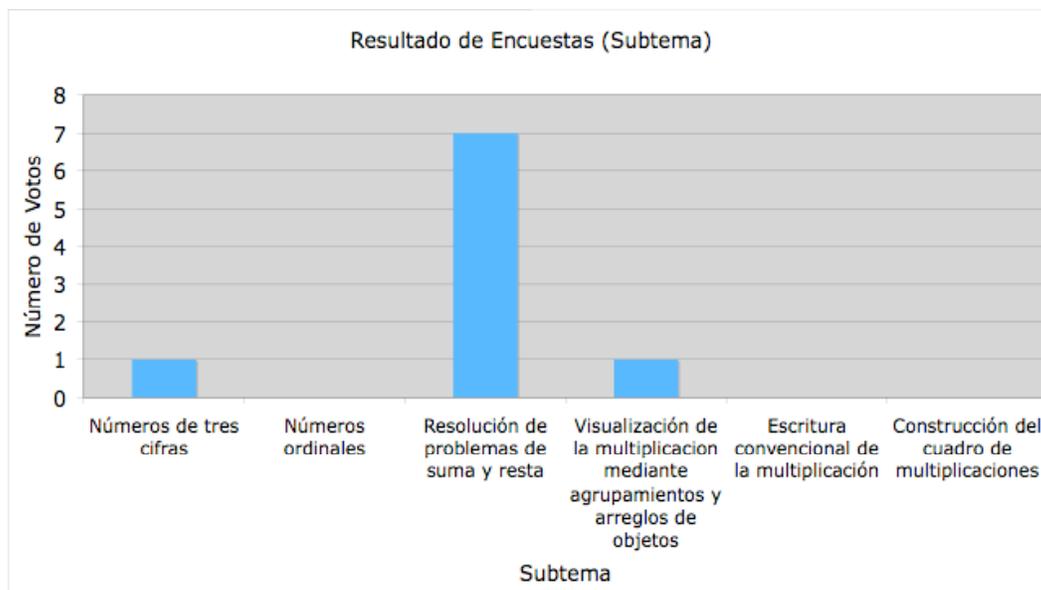


Figura 2.5 Resultado de las encuestas para la detección del subtema problemático.

Durante las encuestas también se les preguntaba a los maestros si creían viable enseñar a los alumnos estos temas por medio de juegos de computadoras y se encontró que 14 de los 16 profesores encuestados señalan que si es viable, afirman que a los niños se les facilita más el aprendizaje si logran visualizar los problemas en cuestión y, sobre todo, si se les presenta a manera de juego.

Los juegos son de gran interés para los niños y los maestros creen que por medio de ellos se pueden obtener muchos beneficios, por ejemplo, el tiempo que se tardarían en aprender los temas sería más corto y el nivel de aprendizaje más alto tomando como experiencia que en las aulas, cuando los profesores intentan enseñarle a los alumnos algún tema y se les dificulta, procuran hacerlo más gráfico e ilustrativo para que sea comprensible.

Teniendo en consideración que el juego se pretende realizar en los dispositivos Palm y no en una computadora de escritorio, también se les preguntó si conocían estos dispositivos, de los 16 profesores sólo uno contestó que si.

El hecho de que los profesores y los alumnos (mencionado en la sección 2.2), que son los principales usuarios de la aplicación, no tengan conocimiento de los dispositivos indica que la interfaz debe ser lo más intuitiva y simple posible.

2.4.2 Identificación de colores

En el caso de los colores, estos fueron seleccionados por los niños y niñas de segundo grado de primaria con edades entre siete y ocho años (Anexo 1.2 y 1.3), junto con aquellos se mostraron personajes con diferentes expresiones faciales¹ para identificar emociones.

¹ Los rostros de las expresiones fueron realizadas por Chaparro Galaor José Antonio, alumno de Ingeniería en Diseño de la UTM.

En la encuesta se hicieron tres preguntas, en la primer pregunta se les pedía a los niños que ordenaran los colores, del favorito al menos favorito usando números del uno al nueve. Los colores que se les mostraron se pueden ver en la figura 2.6. En la segunda pregunta se les pedía que identificaran la emoción que creían que representaba cada expresión facial. En la parte izquierda de la figura 2.7 se muestran las expresiones mostradas a los niños y en la derecha se muestran las que se enseñaron a las niñas. En la tercera pregunta se les pedía a los niños que relacionaran las expresiones faciales con el color que desearan. El cuestionario tenía dos objetivos, uno era identificar los colores preferidos por los niños y niñas, el segundo objetivo era conocer que emoción relacionaban con los colores elegidos.



Figura 2.6 Colores mostrados en la encuesta para identificar los que tenían mayor preferencia.



Figura 2.7 Expresiones faciales mostradas en la encuesta.

Los resultados de las encuestas realizadas a niños se pueden ver en la figura 2.8 y los resultados de las niñas en la figura 2.9.

En las gráficas se observa el número de rango y el número de votos recibidos, en el rango, el uno representa el color más preferido y el nueve representa el menos aceptado.

Para cada rango se muestra una barra de cada color en caso de tener algún voto a su favor.

Esta información puede ser interpretada de diferentes maneras, los resultados presentados a continuación son basados en el color seleccionado para cada rango. Los resultados de los niños muestran que en primer lugar se encuentra el color rojo, en segundo lugar el azul y en tercer lugar hay un empate entre el azul y naranja, ya que el azul fue elegido como segundo se consideró el naranja. Los resultados de las niñas muestran que en primer lugar se encuentra el color rosa, en segundo lugar el amarillo y en tercer lugar violeta.

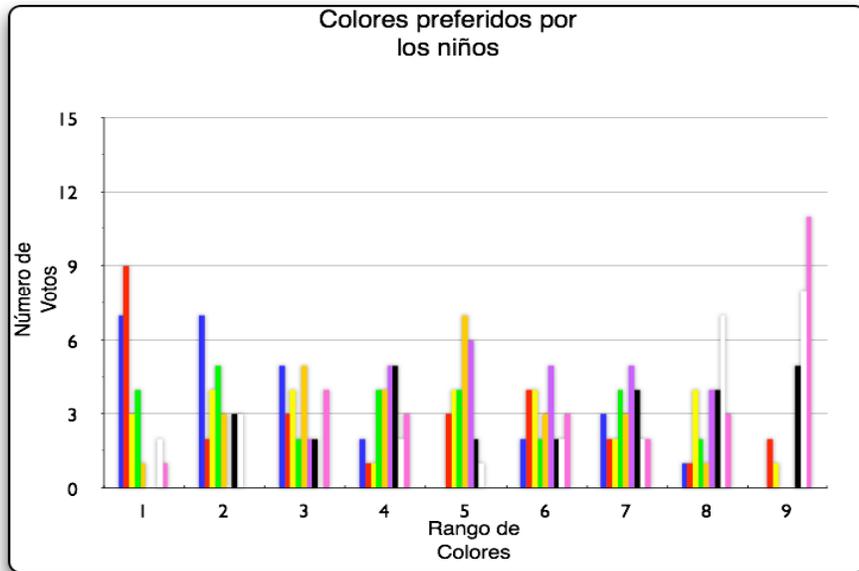


Figura 2.8 Resultado de encuestas de colores para niños.

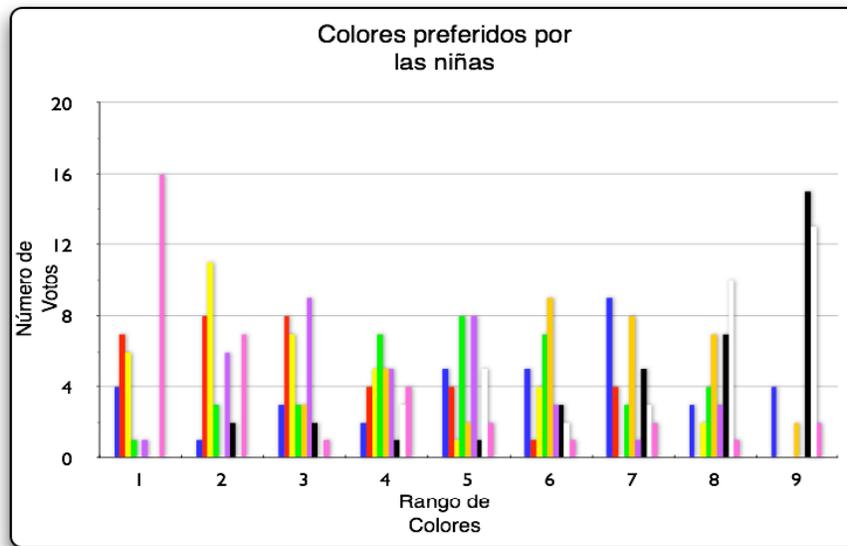


Figura 2.9 Resultado de encuestas de colores para niñas.

2.5 Identificación de personajes

En el caso de los personajes no se realizó ninguna encuesta ya que se desea que dichos personajes sean los mismos del proyecto de Edumóvil, pues lo que se quiere es que los personajes crezcan junto con los niños y debido a que esta aplicación está enfocada a matemáticas de segundo grado de primaria se retomaron los personajes de la aplicación "Observa y Aprende" [4] que esta enfocada a matemáticas de primer grado.

En la figura 2.10 se pueden ver los personajes de "Observa y Aprende" y en la figura 2.11 se muestran los nuevos personajes que se utilizan en el presente juego que se llamará "El Recreo".



Figura 2.10 Personajes de "Observa y Aprende".



Figura 2.11 Personajes de "El Recreo".

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SOFTWARE EDUCATIVO

3.1. Concepción del juego

Antes de desarrollar el juego, que tiene como propósito ser una herramienta que los profesores puedan utilizar dentro del salón de clases para enseñar y motivar el aprendizaje de las matemáticas, se creó un perfil que identifica a los niños que usarán la aplicación desarrollada para el modelo Palm Z22. Este perfil establece el tipo de usuario para el cual se desarrolla el juego y el cual se debe tener en mente durante el proceso de desarrollo.

El perfil de los niños a los que está enfocado este juego tienen entre siete y ocho años de edad, cursan el segundo grado de primaria y cuentan con poco o ningún tipo de contacto con dispositivos móviles, por lo que el diseño de la interfaz es lo más simple e intuitiva posible, tomándose en cuenta además, como algo importante, que los niños están en etapas iniciales de lectura por lo que se consideró evitar mostrar mucho texto para indicar instrucciones.

3.1.1 Actividades de los números sus relaciones y sus operaciones

Las actividades elegidas para el juego están basadas en los ejercicios que se encuentran en los libros de matemáticas de segundo grado de primaria, específicamente los relacionadas con el subtema de resolución de problemas de sumas y restas.

Las actividades de este subtema consisten en presentarle al niño una operación y que sepa diferenciar entre las respuestas correctas e incorrectas.

Una actividad propuesta por el libro se llama "La Tarea de Néstor" (figura 3.1) en la cual se le pide al niño poner una palomita (✓) en las operaciones resueltas correctamente y un círculo en las que estén resueltas incorrectamente.

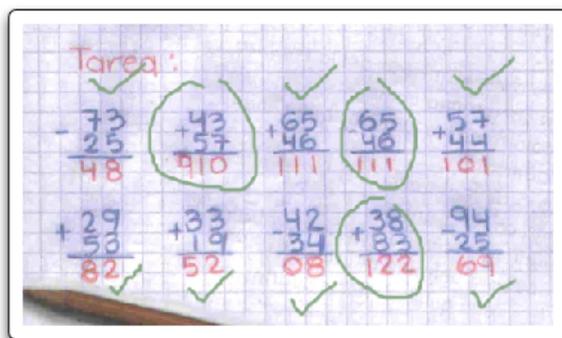


Figura 3.1 Imagen de la actividad "La tarea de Néstor".

Otra actividad propuesta se llama "Uno más, uno menos" (figura 3.2) en donde se le pide al niño seguir un camino llenando los espacios en blanco restando o sumando uno.

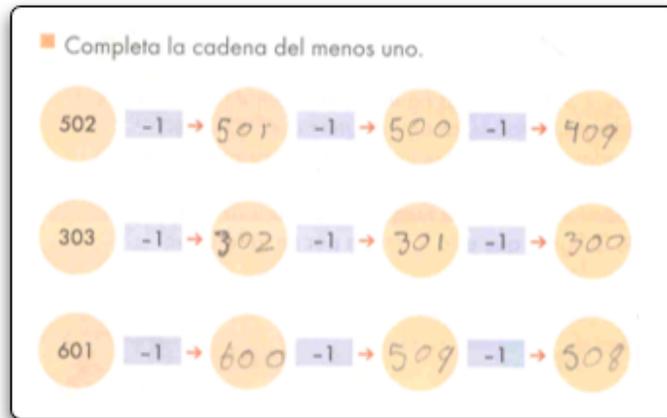


Figura 3.2 Imagen de la actividad “Uno más, uno menos”.

Otra actividad con dos ejercicios se llama “Los Dulces”. En el ejercicio uno (figura 3.3) se le pide al niño anotar cuantas tiras de paletas y paletas sueltas necesita para juntar cierta cantidad, si cada tira contiene diez paletas. En el ejercicio dos se le pide al niño contar cuantas paletas de fresa y piña hay, cada bolsa contiene diez paletas.



Figura 3.3 Imagen de la Actividad “Los dulces”.

El libro tiene más actividades pero el concepto es el mismo, con pequeñas variaciones entre cada una, por lo que estas fueron usadas como guía para diseñar las actividades incluidas en el juego.

3.1.2 Descripción de actividades en el juego

En el juego se encuentran diferentes actividades que puede elegir el jugador, cada una le suma puntos a su favor y lo recompensa con una estrella. La estrella que se le otorga depende de la calificación o número de respuestas correctas, puede recibir una estrella de oro, plata o bronce.

Dentro del mapa de actividades, en la parte inferior derecha de cada icono de las actividades se encuentra la estrella que tiene actualmente. La meta del jugador será obtener la estrella de oro en todas las actividades para terminar el juego. Cada una de las actividades genera números aleatorios para las operaciones basados en el nivel de

dificultad seleccionado por el jugador. Los colores y personajes mostrados en la pantalla de cada actividad dependen del personaje seleccionado por el niño al inicio del juego.

A continuación se describe cada una de las actividades incluidas en el juego y su respectivo bosquejo de la pantalla.

La primer actividad es la de "Operación incorrecta" (figura 3.4) en la que se le muestran al jugador tres operaciones, de las cuales una está resuelta de manera incorrecta y se le pide al jugador identificarla. En total el niño debe contestar cinco ejercicios para terminar la actividad.

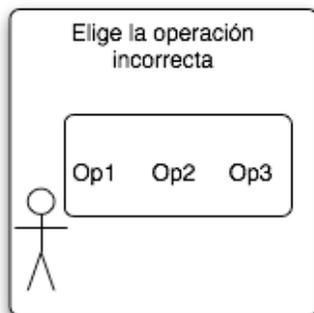


Figura 3.4 Bosquejo para la actividad "Operación incorrecta".

La segunda actividad es la de "Reventar globos" (figura 3.5) en la que se muestran doce globos, cada uno con un número diferente y se le pide al jugador que los reviente para alcanzar cierta suma. En total el niño debe contestar cinco ejercicios para terminar la actividad.



Figura 3.5 Pantalla para la actividad "Reventar globos".

La tercera actividad es la de "La carrera" (figura 3.6) en la que se le muestra al jugador una operación y cuatro posibles respuestas, sólo una es la correcta y el objetivo del niño es contestar lo más rápido posible para avanzar y llegar a la meta antes que su oponente ya que este avanza continuamente hacia la meta. La actividad termina en el momento que el niño contesta cinco operaciones correctamente o si el oponente llega antes a la meta.

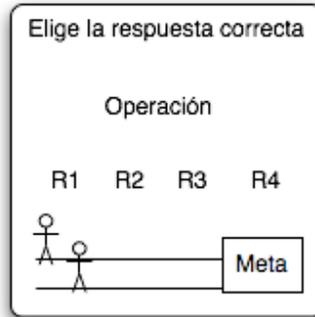


Figura 3.6 Pantalla para la actividad “La carrera”.

La cuarta actividad es la de “Agrupar monedas” (figura 3.7) en ella se le muestran al niño monedas con valores de diez, cinco y uno respectivamente y se pide al jugador arrastrar monedas al contenedor para alcanzar cierta suma. En total el niño debe contestar cinco ejercicios para terminar la actividad.

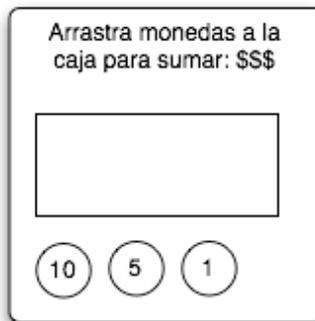


Figura 3.7 Pantalla para la actividad “Agrupar monedas”.

La quinta actividad es la de “Fuera de tiempo” (figura 3.8) en la que se le muestra al jugador una operación y un teclado numérico, el objetivo es contestar la operación correctamente ya que la actividad tiene un contador en la parte superior que está disminuyendo continuamente, si el niño contesta correctamente se le suman tres segundos al contador pero si se equivoca, se le restan cinco segundos al contador. La actividad termina en el momento en que el jugador contesta diez ejercicios correctamente o el contador de tiempo llega a cero.

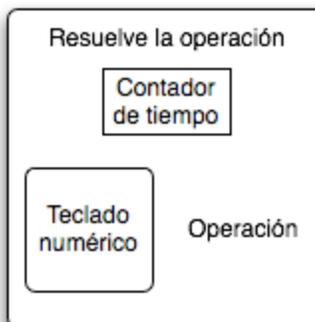


Figura 3.8 Pantalla para la actividad “Fuera de tiempo”.

3.1.3 Evaluación del jugador

Para ir evaluando al jugador se creó una pantalla de Datos (figura 3.9), en la cual se muestra el nombre del jugador, puntos acumulados, estrellas obtenidas y rango obtenido. Los puntos se obtienen contestando correctamente las preguntas, por cada respuesta correcta se le suman cinco puntos. Las estrellas obtenidas dependen del desempeño del niño dentro de cada actividad, si contesta cinco preguntas correctamente se le otorga la estrella de oro, si son cuatro la estrella de plata, si son dos o tres la estrella de bronce, y si sólo es una o ninguna no gana estrella.

Esta evaluación se cumple para todas las actividades excepto "Fuera de tiempo", en ésta, si contesta diez ó nueve correctamente se le otorga la estrella de oro, si logra entre ocho y seis la estrella de plata, entre cinco y tres la estrella de bronce, y menos de tres, no obtiene estrella. El rango otorgado al jugador depende del número de respuestas correctas y el número total de preguntas contestadas. Los rangos son: "novato" (Si en promedio contesta menos del 70% de las veces correctamente), "bueno" (Si en promedio contesta correctamente el 70-90%) y "experto" (Si en promedio contesta más del 90%).

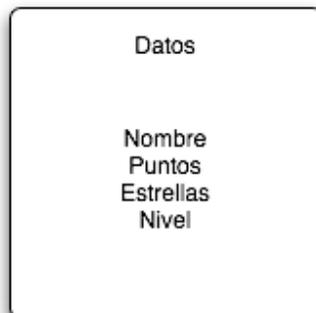


Figura 3.9 Pantalla de "Datos del jugador".

3.2. Prototipos

Antes de iniciar el desarrollo del juego se crearon un conjunto de bosquejos iniciales de pantallas que sirven como guías de diseño. En la figura 3.11 se puede ver el diagrama de estados que siguen las pantallas y en la tabla 3.1 se describe cada uno de los ellos.

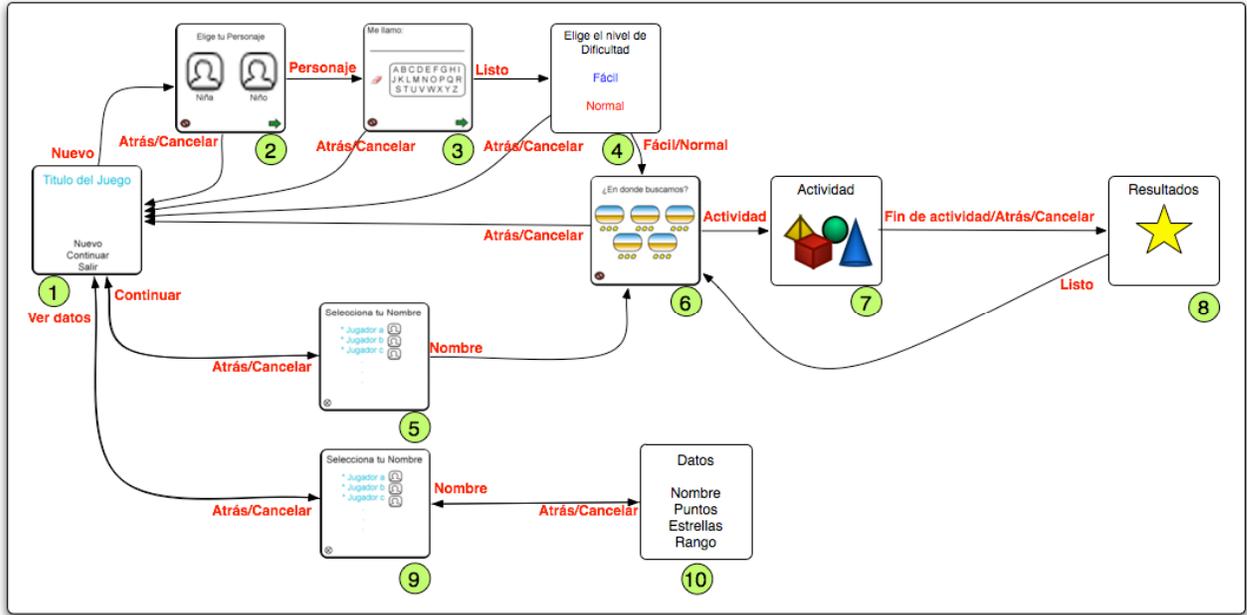


Figura 3.10 Diagrama de estados.

Tabla 3.1 Descripción de estados.

Estado	Descripción del estado	Transición
1	Pantalla principal en la que se muestra el título del juego y como opciones: Nuevo, Continuar, Ver datos de jugador y Salir.	2,5,9
2	Pantalla para elegir personaje con el que desea jugar el niño.	1,3
3	Pantalla en la que el niño introduce su nombre.	1,4
4	Pantalla en la que el niño elige el nivel de dificultad que desea para las actividades.	1,6
5	Pantalla en la que se muestran los diferentes nombres de niños con su juego guardado para continuar jugando.	1,6
6	Pantalla en la que se muestra el mapa de actividades	1,7
7	Pantalla en la que se muestran los elementos que corresponden a la actividad seleccionada- tales como: números, mensajes o imágenes. Esta se mostrará y refrescará el número de veces que sea requerido por la actividad.	8
8	Pantalla en la que se muestra el resultado o calificación dada al niño en la actividad realizada.	6
9	Pantalla en la que se muestran los diferentes nombres de niños con su juego guardado para ver datos como puntos y estrellas adquiridos.	1,10
10	Pantalla en la que se muestran los datos correspondientes al jugador seleccionado en el estado 9.	9

3.3. Guía de arte

El arte de esta aplicación es basado en los colores seleccionados anteriormente (sección 2.4.2), para los niños se utilizan los colores rojo, azul y naranja (figura 3.12).

En el caso de las niñas los colores utilizados son el rosa, amarillo y violeta (figura 3.13). Estos son los colores base y en las pantallas se utilizarán tonos similares. Los personajes utilizados son los que se seleccionaron en la sección 2.5, estos son involucrados en las diferentes actividades y pantallas del juego.



Figura 3.11 Colores utilizados para niños.

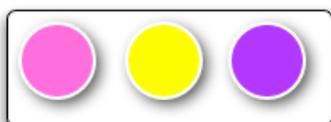


Figura 3.12 Colores utilizados para niñas.

Este juego está concebido como un auxiliar dentro del proceso enseñanza-aprendizaje por lo que el tiempo ideal para realizarlo es el de recreo. Solo una actividad tendrá lugar en el salón de clases, la que está basada en “La Tarea de Néstor”, las otras serán fuera del salón de clases.

Se tomó la idea básica de las actividades de los libros y se trata de integrarla dentro de un juego para que sea más llamativo para los niños y despertar de esta manera su interés por resolver los problemas, practicando y mejorando así sus habilidades matemáticas.

3.4. Especificaciones Técnicas

3.4.1 Especificaciones del Hardware

La aplicación se desarrolló para el modelo Palm Z22 seleccionado en las pruebas de usabilidad (ver sección 2.3). En la Tabla 3.2 se pueden ver algunas características del dispositivo mencionado.

Tabla 3.2 Características de Palm Z22.

Característica	Especificación
Pantalla	160x160 Píxeles
Memoria	32 MB (20 MB disponibles al usuario)
Procesador	200 Mhz
Sistema Operativo	Palm OS 5.4.9
Reproducción de sonido	Si, únicamente sonidos básicos, no reproduce música o voz.

La Palm Z22 cuenta con una pantalla de 160x160 píxeles, por lo que será necesario usar imágenes simples y que no desperdicien espacio en pantalla.

En cuanto a sonido se decidió no incorporar instrucciones en voz o efectos especiales por la limitación de hardware que presenta el dispositivo. El único sonido con el que cuenta la aplicación será utilizado para avisar que el usuario presionó algún área en pantalla definida como botón o cuando se muestre la calificación correspondiente a la respuesta dada para alguna pregunta.

3.4.2 Especificaciones del Software

La aplicación desarrollada para la Palm Z22 tiene como características las que se mencionan a continuación: está diseñada a manera de juego para un sólo jugador. Los gráficos mostrados son en 2D. Guarda automáticamente los avances y logros del niño. Está enfocado al subtema resolución de problemas de sumas y restas de segundo grado de primaria y cuenta con cinco actividades diferentes que el niño puede seleccionar.

3.5. Modelado de la aplicación

Basado en lo que se ha definido hasta esta sección se inició la parte de diseño del sistema.

3.5.1 Casos de Uso

Como guía para el desarrollo se realizó un diagrama de casos de uso que se puede ver en la figura 3.14, éste describe la interacción de los actores con el sistema.

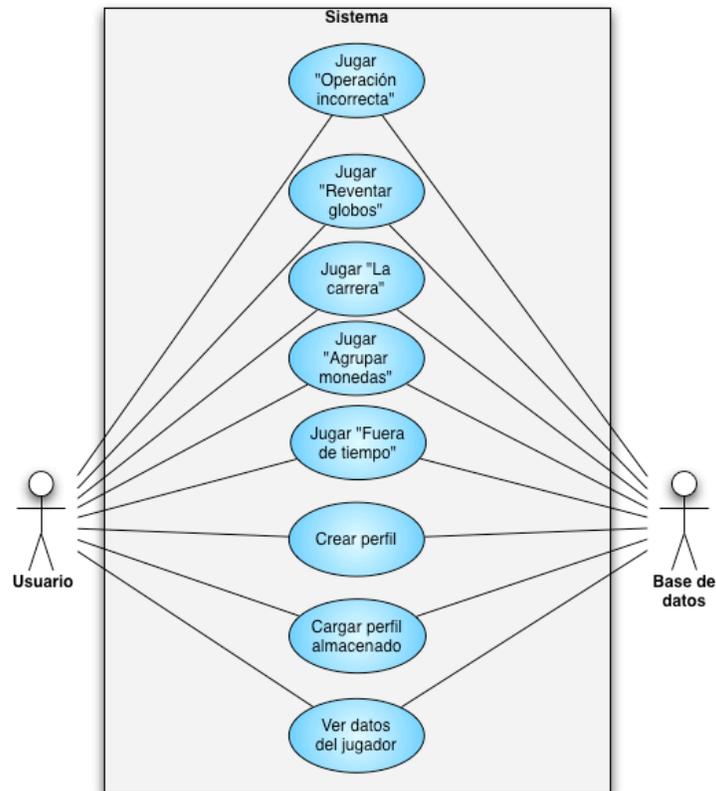


Figura 3.13 Diagrama de Casos de Uso.

3.5.1.1 Caso de Uso: Jugar "Operación incorrecta"

Este caso de uso describe cómo el usuario juega en la actividad "Operación incorrecta".

- **Identificación de Actores:** El jugador y la base de datos.
- **Flujo básico de eventos:**
 1. El caso inicia cuando el jugador selecciona la actividad "Operación incorrecta".
 2. Se muestra la pantalla correspondiente a la actividad y se generan las operaciones utilizadas en la actividad.
 3. El jugador selecciona una de las operaciones mostradas en pantalla para indicar cual es la incorrecta.
 4. Se evalúa la respuesta dada por el jugador y se muestra en pantalla el resultado. Si el jugador aún no ha contestado cinco preguntas se preparan las operaciones para la siguiente pregunta y se regresa al paso 3.
 5. Se muestra la pantalla de los resultados obtenidos en la actividad y se actualizan los datos del jugador en la base de datos.
 6. El jugador presiona el botón de listo para regresar al mapa de actividades.
 7. Se muestra el mapa de actividades.
- **Flujos alternativos:**
 - *Línea 3:* Si el jugador desea salir de la actividad, presiona el botón de

atrás/regresar y se le muestra la pantalla de resultados.

- **Precondiciones:** ninguna.
- **Poscondiciones:** ninguna.
- **Diagrama de Secuencia:** ver anexo 1.4 (a).

3.5.1.2 Caso de Uso: Jugar “Reventar globos”

Este caso de uso describe cómo el usuario juega en la actividad “Reventar globos”.

- **Identificación de Actores:** El jugador y la base de datos.
- **Flujo básico de eventos:**
 1. El caso inicia cuando el niño selecciona la actividad “Reventar globos”.
 2. Se muestra la pantalla correspondiente de la actividad y se generan los globos usados en la actividad.
 3. El niño revienta los globos mostrados en la pantalla hasta tener la suma deseada.
 4. Se actualiza la pantalla para mostrar que el niño ha reventado globos al presionar la pantalla.
 5. Presiona el botón de listo para indicar que ya reventó suficientes globos para sumar la cantidad solicitada.
 6. Se evalúa la respuesta dada por el jugador y se muestra en pantalla el resultado. Si el jugador aún no ha contestado cinco preguntas se prepara el escenario para la siguiente pregunta y se regresa al paso 3.
 7. Se muestra la pantalla de los resultados obtenidos en la actividad y se actualizan los datos del jugador en la base de datos.
 8. El jugador presiona el botón de listo para regresar al mapa de actividades.
 9. Se muestra el mapa de actividades.
- **Flujos alternativos:**
 - *Línea 3:* Si el niño desea salir de la actividad, presiona el botón de atrás/regresar y se le muestra la pantalla de resultados (paso 7).
- **Precondiciones:** ninguna.
- **Poscondiciones:** ninguna.
- **Diagrama de Secuencia:** ver anexo 1.4 (b).

3.5.1.3 Caso de Uso: Jugar “La carrera”

Este caso de uso describe cómo el usuario juega en la actividad “La carrera”.

- **Identificación de Actores:** El jugador y la base de datos.
- **Flujo básico de eventos:**
 1. El caso inicia cuando el jugador selecciona la actividad “La carrera”.
 2. Se muestra la pantalla correspondiente de la actividad, se genera la operación y las posibles respuestas que puede seleccionar el jugador.

-
-
3. El jugador selecciona una de las respuestas mostradas.
 4. Se evalúa la respuesta dada por el jugador y se muestra en pantalla el resultado. Si el jugador aún no ha contestado cinco preguntas se prepara el escenario para la siguiente pregunta y se regresa al paso 3.
 5. Se muestra la pantalla de los resultados obtenidos en la actividad y se actualizan los datos del jugador en la base de datos.
 6. El jugador presiona el botón de listo para regresar al mapa de actividades.
 7. Se muestra el mapa de actividades.

- **Flujos alternativos:**

- *Línea 3:* Si el niño desea salir de la actividad, presiona el botón de atrás/regresar y se le muestra la pantalla de resultados (paso 7).

- **Precondiciones:** ninguna.

- **Poscondiciones:** ninguna.

- **Diagrama de Secuencia:** ver anexo 1.4 (c).

3.5.1.4 Caso de Uso: Jugar “Agrupar monedas”

Este caso de uso describe cómo el usuario juega en la actividad “Agrupar monedas”.

- **Identificación de Actores:** El jugador y la base de datos.

- **Flujo básico de eventos:**

1. El caso inicia cuando el jugador selecciona la actividad “Agrupar monedas”.
2. Se muestra la pantalla correspondiente de la actividad y se generan las monedas para la actividad.
3. El jugador arrastra monedas al contenedor hasta sumar la cantidad solicitada.
4. Se actualiza la pantalla para mostrar las monedas arrastradas al contenedor.
5. El jugador presiona el botón de listo para indicar que ha arrastrado suficientes monedas para sumar la cantidad solicitada.
6. Se evalúa la respuesta dada por el jugador y se muestra en pantalla el resultado. Si el jugador aún no ha contestado cinco preguntas se prepara el escenario para la siguiente pregunta y se regresa al paso 3.
7. Se muestra la pantalla de los resultados obtenidos en la actividad y se actualizan los datos del jugador en la base de datos.
8. El jugador presiona el botón de listo para regresar al mapa de actividades.
9. Se muestra el mapa de actividades.

- **Flujos alternativos:**

- *Línea 3:* Si el niño desea salir de la actividad, presiona el botón de atrás/regresar y se le muestra la pantalla de resultados (paso 7).

- **Precondiciones:** ninguna.

- **Poscondiciones:** ninguna.

- **Diagrama de Secuencia:** ver anexo 1.4 (d).

3.5.1.5 Caso de Uso: Jugar “Fuera de tiempo”

Este caso de uso describe cómo el usuario juega en la actividad “Fuera de tiempo”.

- **Identificación de Actores:** El jugador y la base de datos.
- **Flujo básico de eventos:**
 1. El caso inicia cuando el jugador selecciona la actividad “Fuera de tiempo”.
 2. Se muestra la pantalla correspondiente de la actividad.
 3. El jugador presiona números en el teclado numérico para introducir su respuesta.
 4. Se actualiza la pantalla para mostrar los números presionados y se actualiza el contador de tiempo.
 5. El jugador presiona el botón de listo para indicar que ha introducido la respuesta de la operación.
 6. Se evalúa la respuesta dada por el jugador, se modifica el contador de tiempo y se muestra en pantalla el resultado. Si el jugador aún no ha contestado diez preguntas se prepara el escenario para la siguiente pregunta y se regresa al paso 3.
 7. Se muestra la pantalla de los resultados obtenidos en la actividad y se actualizan los datos del jugador en la base de datos.
 8. El jugador presiona el botón de listo para regresar al mapa de actividades.
 9. Se muestra el mapa de actividades.
- **Flujos alternativos:**
 - *Línea 3:* Si el niño desea salir de la actividad, presiona el botón de atrás/regresar y se le muestra la pantalla de resultados (paso 7).
- **Precondiciones:** ninguna.
- **Poscondiciones:** ninguna.
- **Diagrama de Secuencia:** ver anexo 1.4 (e).

3.5.1.6 Caso de Uso: Crear perfil

Este caso de uso describe cómo el usuario crea su perfil para poder jugar.

- **Identificación de Actores:** El jugador y la base de datos.
- **Flujo básico de eventos:**
 1. El caso inicia cuando el jugador selecciona “Crear Perfil”.
 2. Se muestra la pantalla para seleccionar personaje.
 3. El jugador selecciona un personaje.
 4. Se actualiza la variable del personaje y se muestra la pantalla para introducir nombre.
 5. El jugador selecciona letras en la pantalla hasta terminar de introducir su nombre.
 6. El jugador selecciona el botón de listo para indicar que ha terminado de introducir su nombre.
 7. Se muestra la pantalla para seleccionar el nivel de dificultad.
 8. El jugador selecciona el nivel de dificultad deseado.

-
-
9. Se actualiza la variable de dificultad y se envía a la base de datos.
 10. La base de datos crea el perfil del jugador con los datos recibidos.
 11. Se muestra el mapa de actividades para empezar a jugar.

- **Flujos alternativos:**
 - Línea 3,6,8: Si el niño desea cancelar la creación de un perfil, presiona el botón de atrás/regresar para salir.
 - Línea 7: Si el niño introdujo un nombre que ya existe en la base de datos se muestra un mensaje de error.
- **Precondiciones:** ninguna.
- **Poscondiciones:** ninguna.
- **Diagrama de Secuencia:** ver anexo 1.4 (f).

3.5.1.7 Caso de Uso: Cargar perfil almacenado

Este caso de uso describe cómo el usuario selecciona su nombre para continuar jugando.

- **Identificación de Actores:** El jugador y la base de datos.
- **Flujo básico de eventos:**
 1. El caso inicia cuando el jugador selecciona "Cargar perfil almacenado".
 2. La base de datos es consultada para ver los nombres almacenados.
 3. Se muestra la pantalla para seleccionar nombre del jugador y la lista de los jugadores disponibles en la base de datos.
 4. El jugador selecciona un nombre de la lista.
 5. Se consulta la base de datos para obtener datos del nombre seleccionado.
 6. Se muestra el mapa de actividades.
- **Flujos alternativos:**
 - *Línea 4:* Si el niño desea cancelar la selección de nombre, presiona el botón de atrás/regresar para salir.
- **Precondiciones:** ninguna.
- **Poscondiciones:** ninguna.
- **Diagrama de Secuencia:** ver anexo 1.4 (g).

3.5.1.8 Caso de Uso: Ver datos del jugador

Este caso de uso describe cómo el usuario consulta la base de datos para ver éstos y sus avances en el juego.

- **Identificación de Actores:** El jugador y la base de datos.
- **Flujo básico de eventos:**
 1. El caso inicia cuando el jugador selecciona "Ver datos del jugador".
 2. La base de datos es consultada para ver los nombres almacenados.
 3. Se despliega la pantalla para seleccionar nombre del jugador y se muestra la

-
-
- lista de jugadores disponibles en la base de datos.
4. El jugador selecciona un nombre de la lista.
 5. Se consulta la base de datos para obtener datos del nombre seleccionado.
 6. Se muestra la pantalla de "Datos" y se muestran los datos del nombre consultado.
 7. El jugador selecciona el botón de atrás/regresar.
 8. Se regresa al paso 2.

- **Flujos alternativos:**

- *Línea 4:* Si el niño desea cancelar la selección de nombre, presiona el botón de atrás/regresar para salir.

- **Precondiciones:** ninguna.

- **Poscondiciones:** ninguna.

- **Diagrama de Secuencia:** ver anexo 1.4 (h).

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DEL SOFTWARE

El juego fue desarrollado utilizando el entorno de desarrollo de Codewarrior 9.3 para Palm OS bajo el lenguaje de programación C++ mismo que permite desarrollar aplicaciones para dispositivos Palm, aunque tiene la desventaja de que sólo permite la manipulación de figuras básicas, como rectángulos, círculos y líneas, por lo que fue necesario utilizar las librerías que ofrece la versión de evaluación de GapiDraw 3.5 para poder incluir imágenes dentro de la aplicación.

Con GapiDraw se pueden usar imágenes de tipo bmp y debido al modelo de Palm elegido por los niños el tamaño máximo de las imágenes es de 160x160 píxeles.

4.1 Implementación de gráficos

Las imágenes usadas en el juego fueron creadas de acuerdo a las necesidades del escenario, en algunas actividades sólo se usa una imagen de 160x160 como fondo y sobre esta se muestran las palabras y números requeridos para la actividad.

En otras ocasiones fue necesario utilizar una imagen de 160x160 como fondo y un conjunto de imágenes más pequeñas para realizar animaciones y/o mostrar cambios que sufre el escenario de acuerdo a las acciones realizadas por el niño.

Las clases principales utilizadas para la manipulación fueron las de la librería de GapiDraw[URL7].

4.1.1 Clase Imagen

Para facilitar el uso de la manipulación de imágenes se reutilizó una clase llamada Imagen creada por [4] para la realización de la aplicación "Observa y Aprende" que forma parte de las aplicaciones del proyecto Edumóvil.

La clase Imagen tiene funciones básicas para crear, mostrar y destruir imágenes. A ésta se le agregaron dos métodos para mostrar imágenes de forma semitransparente llamados *ShowOpaque()* y *ShowOpaque(int,int)*.

4.2 Clases creadas

Para el juego se crearon un conjunto de clases las cuales son necesarias para el manejo de la base de datos, de imágenes, iniciar el juego, crear un perfil, continuar un juego y consultar datos de un jugador, así como para cada actividad se creó su propia clase.

Todas estas clases, excepto la de la base de datos y la de *Imagen* heredan de una llamada *Base* que cuenta con instancias de clases de *GapiDraw* necesarias para el manejo de imágenes y diferentes métodos que son utilizadas en forma general por las clases.

En la figura 4.1 se puede ver el diagrama de clases que muestra la estructura del sistema y la relación entre cada una de ellas.

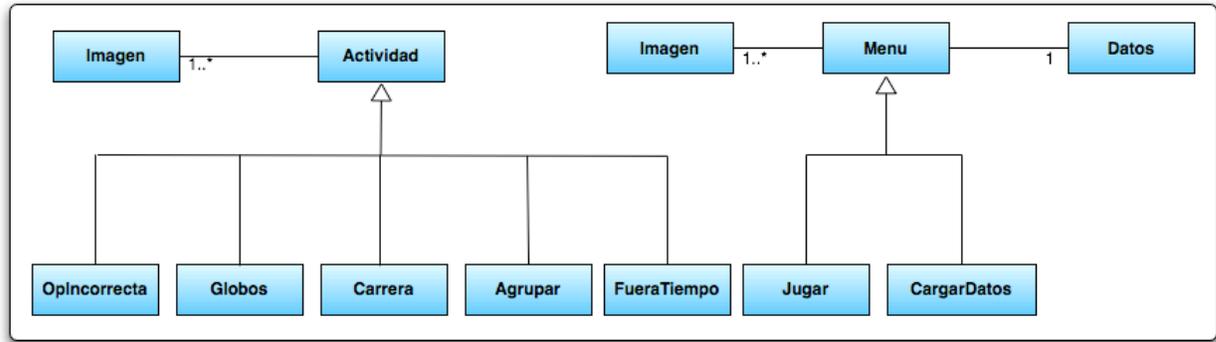


Figura 4.1 Diagrama de clases.

A continuación se describe la utilidad de cada una de las clases creadas para la aplicación, su definición se puede ver en los anexos 1.5.

- **Clase Actividad:** Cuenta con los métodos usados por las actividades para llevar el control sobre las respuestas dadas por el usuario, muestra los resultados de las respuestas dadas y se encarga de las imágenes usadas para mostrar resultados.
- **Clase Menu:** La clase *Menu* cuenta con métodos utilizados por las clases que tienen el control sobre las opciones en menú y cuenta con una instancia de la clase *Datos* que se es la que manipula datos de los jugadores.
- **Clase Datos:** Ésta se encarga de manipular la base de datos, cuenta con los métodos para asignar y obtener valores de variables, así como para crear un perfil y actualizar datos de un jugador.
- **Clase Jugar:** Esta clase hereda de la clase *Menu*, es la que debe empezar el juego, iniciar las pantallas utilizadas para crear el perfil de un nuevo jugador y la que muestra el mapa de actividades.
- **Clase CargarDatos:** Esta clase hereda los métodos de la clase *Menu*, es la responsable de cargar los datos de algún jugador para continuar jugando o para poder ver sus avances.
- **Clase OpIncorrecta:** Hereda los métodos de la clase *Actividad* y corresponde a la actividad "Operación incorrecta", esta clase tiene las variables y métodos utilizados por la actividad únicamente.
- **Clase Globos:** Hereda los métodos de la clase *Actividad* y corresponde a la actividad "Reventar globos", esta clase tiene las variables y métodos utilizados por la actividad únicamente.
- **Clase Carrera:** Hereda los métodos de la clase *Actividad* y corresponde a la actividad "La carrera", esta clase tiene las variables y métodos utilizados por la actividad únicamente.
- **Clase Agrupar:** Hereda los métodos de la clase *Actividad* y corresponde a la actividad "Agrupar monedas", esta clase tiene las variables y métodos utilizados por la actividad únicamente.
- **Clase FueraTiempo:** Hereda los métodos de la clase *Actividad* y corresponde a la actividad "Fuera de tiempo", esta clase tiene las variables y métodos utilizados por la actividad únicamente.

4.3 Módulos del Sistema

La aplicación está compuesta por cuatro módulos principales que son: Juego nuevo, Continuar juego, Consultar datos y Jugar.

4.3.1 Módulo "Juego nuevo"

Este módulo se encarga de obtener los datos del niño necesarios para iniciar su perfil, como personaje, nombre y nivel de dificultad.

Proceso de ejecución

1. Una vez iniciado el módulo se crea y se muestra la pantalla de 'Elige tu jugador' (figura 4.2) por medio del método *crearPantalla(int Screen)* con la variable *Screen* se le indica que la pantalla que se desea crear y mostrar es la de selección de personajes, las pantallas siempre se muestran con la función *Show()*.



Figura 4.2 Pantalla para elegir jugador.

2. Una vez mostrada la imagen, se espera que el niño realice una acción sobre la pantalla, la cual será capturada por medio de la función *StylusDown(POINT)*, esta función recibe el punto que se presionó en la pantalla y con la función *PtInRect(*RECT, POINT)* se ve dentro de que área se encuentra el punto, ya que a cada personaje le corresponde un área definida.
3. Al presionar en el área de algún personaje se llama la función *setPersonajeBD(boolean)*, esta se encarga de actualizar la variable *personaje* para establecer el tipo de personaje.
4. Se llama la función *inicializaIntroducirNombre()* que se encarga de crear y mostrar la pantalla de 'Introducir Nombre' para que el niño introduzca su nombre. La pantalla mostrada depende del tipo de personaje elegido, si elige al niño se muestra la pantalla izquierda de la figura 4.3 (a) y si elige niña se muestra la pantalla derecha de la figura 4.3 (b).

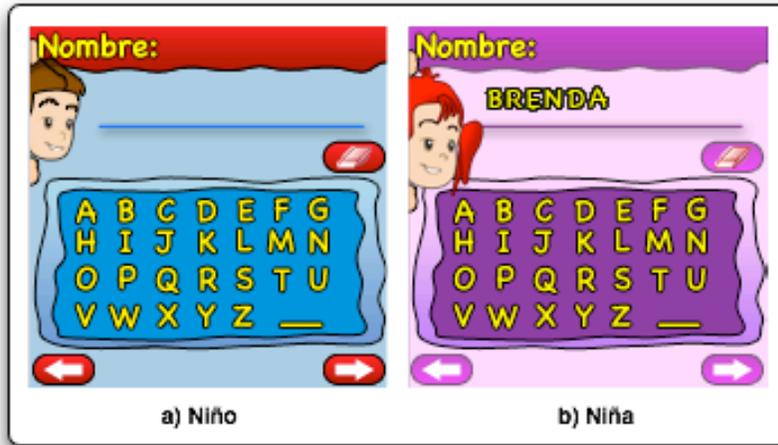


Figura 4.3 Pantalla para introducir nombre.

- Una vez mostrada la imagen de introducir nombre el niño tiene tres opciones, presionar la pantalla en el área de alguna letra para introducir su nombre, presionar en el área del botón atrás/regresar o presionar en el área del botón de listo.

Cuando ya se ha capturado el punto en el que se presionó la pantalla con la función *StylusDown(POINT)*, se identifica el rectángulo en el que se encuentra ese punto con la función *PtInRect(*RECT, POINT)*, si presiona alguna letra se llama la función *actualizaNombre(POINT)* que identifica la letra que fue presionada, la agrega a la cadena del nombre mostrado en la pantalla. Si se identifica que el rectángulo presionado es el de atrás se llama la función *crearPantalla(int)* para mostrar la pantalla del menú principal. Si se identifica que el rectángulo presionado es el de Listo se llama la función *finalizaIntroducirNombre()* que se encarga de crear y mostrar la pantalla de 'Elige Nivel de Dificultad' (figura 4.4).



Figura 4.4 Pantalla para elegir nivel de dificultad.

- Una vez mostrada la imagen de 'Elige Nivel de Dificultad' se espera que el niño presione la pantalla en algún nivel de dificultad, se llama la función *setDificultad(int)* para actualizar el nivel de dificultad seleccionado.

7. Se ejecuta la función *setDatos()* para actualizar los datos en el objeto de la base de datos y se guardan los datos.
8. Se llama la función *crearPantalla(int)* para crear y mostrar la pantalla del mapa de actividades.

4.3.2 Módulo “Continuar Juego”

Este módulo se encarga de mostrar los perfiles de niños en la base de datos y una vez seleccionado el perfil se cargan los datos correspondientes para que el niño pueda continuar jugando donde terminó la última vez.

Proceso de ejecución

1. Una vez iniciado el módulo se crea y se muestra la pantalla de ‘Elige tu Nombre’ (figura 4.5) por medio de la función *listarJugadores()* que a la vez muestra los nombres que se encuentran en la Base de Datos. Esta función carga cinco nombres a la vez debido a las limitaciones de la pantalla.
2. Se espera que el niño seleccione un nombre de la lista, seleccione cancelar o seleccione mostrar más nombres. Si elige cancelar, se llama la función *crearPantalla(int)* que se encarga de crear y mostrar la pantalla de ‘Menú Principal’, en el caso de seleccionar el botón para ver más nombres se cargan los siguientes cinco jugadores en la base de datos. Si selecciona algún nombre se cargan los datos del jugador por medio de la función *cargarDatoSeleccionado(POINT,int)* y posteriormente se llama la función *inicializaMapaActividades()* para que el niño pueda continuar jugando.



Figura 4.5 Pantalla para seleccionar el nombre del niño que desea continuar.

4.3.3 Módulo “Consultar datos”

Este módulo se encarga de mostrar los avances obtenidos por un jugador específico que esté almacenado en la base de datos.

Proceso de ejecución

1. Una vez iniciado el módulo se crea y se muestra la pantalla de ‘Elige tu nombre’ (figura 4.5), por medio de la función *listarJugadores()* se muestran los nombres que se encuentran en la Base de Datos. Esta función carga cinco nombres a la vez debido a las limitaciones de la pantalla.

- Se espera que el niño seleccione un nombre de la lista, seleccione cancelar o seleccione mostrar más nombres. Si elige cancelar, se llama la función *crearPantalla(int)* que se encarga de crear y mostrar la pantalla de 'Menú Principal', en el caso de seleccionar el botón para ver más nombres se cargan los siguiente cinco jugadores en la base de datos. Si selecciona algún nombre se cargan los datos del jugador por medio de la función *cargarDatoSeleccionado(POINT,int)* y posteriormente se llama la función *mostrarEstadisticas()* para que el niño pueda ver sus datos, en la figura 4.6 se puede ver la pantalla de datos.
- Se espera que el niño presione el botón de atrás/regresar, al presionar este botón se muestra la pantalla de 'Elige tu nombre' y se llama la función *listarJugadores()* y se regresa al paso 2.



Figura 4.6 Pantalla de datos del jugador.

4.3.4 Módulo "Jugar"

Este módulo se encarga de mostrar el mapa (figura 4.7) e imágenes que crean el escenario de las actividades a resolver dentro del juego.



Figura 4.7 Pantallas de la actividad "Agrupar monedas", Mapa de Actividades y la actividad "La carrera".

Proceso de ejecución

1. El módulo inicia al finalizar el módulo Nuevo Juego o Continuar Juego y se llama la función *inicializaMapaActividades()* que muestra la pantalla del 'Mapa de Actividades', en esta pantalla el niño tiene seis opciones, una de las cinco actividades o la opción de cancelar y regresar a la pantalla principal
2. Se espera que el niño presione el área de alguna actividad para llamar la función de *StylusDown(POINT)*, esta función recibe el punto en el que se presionó en la pantalla y con la función *PtInRect(*RECT, POINT)* se ve dentro de que área esta el punto. Si elige cancelar, se llama la función *crearPantalla(int)* que se encarga de mostrar la pantalla de 'Menú Principal'. Si elige alguna de las actividades se llama la función *inicializaActividad()* de la actividad correspondiente ya que cada actividad tiene su función de inicialización. Ésta se encarga de inicializar las variables, generar las operaciones que la actividad requiere, crear y mostrar la pantalla por medio de la función *crearPantalla(int)*.
3. Una vez mostrada la pantalla, la función que se llama puede ser, *StylusDown()* al momento de presionar la pantalla con el stylus, *StylusMove()* al mover el stylus después de presionar la pantalla y *StylusUp()* al levantar el dejar de presionar con el stylus en la pantalla. Cada una de esas funciones usa *PtInRect(POINT)* para saber en que punto se realiza la acción.
4. Al detectar la acción y el punto en el que se realiza, se llama la función que corresponde a la acción para actualizar la pantalla.
5. Al presionar la pantalla en una respuesta o el rectángulo de listo se llama la función *evaluarRespuesta()* que compara la respuesta dada con la respuesta correcta, muestra y guarda el resultado obtenido con la respuesta dada.
6. Se llama la operación *preparaSiguiente()* para mostrar y preparar la siguiente pregunta.
7. Los pasos 3-6 se repiten el número de veces requeridas por la actividad. Al cumplir con el número de preguntas por la actividad se llama la función *finalizarActividad()*, esta se encarga de liberar la memoria utilizada por imágenes auxiliares.
8. Se llama la función *mostrarResultados()* que se encarga crear y mostrar la pantalla que muestra los resultados de cada pregunta y los puntos obtenidos con las respuestas.
9. Se llama la función *inicializaMapaActividades()* que muestra la pantalla de 'Mapa de Actividades' y regresa el proceso al paso 1.

4.4 Pruebas realizadas durante el desarrollo

El proceso de Diseño Centrado en el Usuario establece que durante el desarrollo se debe estar constantemente en contacto con el usuario para detectar fallas o posibles mejoras en el diseño.

Para el desarrollo de esta aplicación se realizaron dichas pruebas constantemente con niños de primaria con edades de siete y 8 años. Las pruebas se hicieron de manera informal, por lo que no se siguió un cuestionario previamente elaborado. Se pusieron a prueba diferentes aspectos del juego dependiendo del módulo o pantalla que se quería evaluar.

Se evaluó la posición de botones, tipo de letra, nivel de dificultad, facilidad para comprender las instrucciones, significado de iconos o botones, etc. A continuación se muestran las pruebas y cambios realizados durante el desarrollo.

4.4.1 Pruebas de nivel de dificultad

Para esta prueba se pedía a los niños que realizaran las diferentes actividades disponibles. Durante las pruebas se observaba que en algunas operaciones se tardaban y tenían problemas resolviéndolas con sus dedos.

Al final de la prueba también se les solicitaba su opinión sobre las operaciones, la mayoría opinaba que las encontraban un poco difíciles de contestar y que si fueran más fáciles les gustaría más.

Las operaciones que se tenían inicialmente eran con dos operandos, un operando era de dos dígitos con valores entre 10 y 30 y el otro operando de un dígito con valores entre 0 y 9.

En base a las pruebas se decidió tener dos niveles de dificultad, fácil y normal. Las operaciones de nivel normal cuentan con las mismas características que las que se tenían originalmente.

En el nivel fácil las operaciones se realizan con operandos de un dígito cada uno con valores entre 0 y 9. El niño tiene la opción de elegir que nivel de dificultad desea al momento de iniciar su juego.

4.4.2 Pruebas de botones

Para esta prueba se observaba como los niños interactuaban con las pantallas del juego para saber si los botones están en las posiciones correctas, si la imagen o icono que tiene cada botón representa lo que realmente hace y si le entienden a las actividades que se les muestra.

Mientras los niños navegaban en las diferentes pantallas se observó que se tardaban un poco en pasar de una pantalla a otra porque no sabían que hacia cada imagen, ya que no tenían apariencia de botón y se mezclaban con los demás elementos de la pantalla.

Se decidió mantener los mismos símbolos, la flecha, el símbolo de (x) y el de (✓) pero con una mayor apariencia de botón.

En la parte izquierda de la figura 4.8 se pueden ver los botones antes de las pruebas y en la parte derecha se pueden ver los botones elaborados después de las pruebas.

Para ciertos botones se estableció una posición fija. En la figura 4.9 se puede observar que el botón de atrás se identifica con el número uno y el botón de listo se identifica con el número dos, por lo que de esta manera los niños visualizan con más facilidad los botones.



Figura 4.8 Botones.

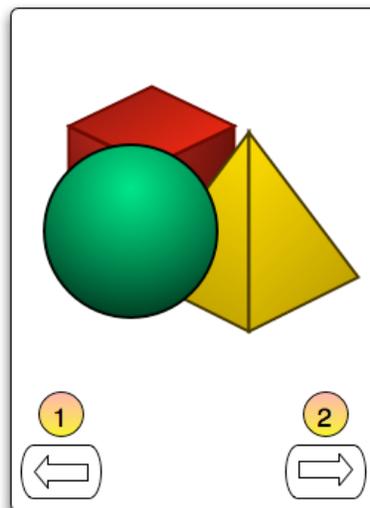


Figura 4.9 Posición establecida para el botón de atrás y listo.

4.4.3 Pruebas de actividades

Para estas pruebas se observaba a los niños mientras interactuaban con las actividades, al final también se les hacían preguntas sobre los aspectos que se consideraban importantes.

En la actividad de “Unir Puntos” se observó que los círculos a juntar estaban muy cerca, razón por la cual les costaba trabajo a los niños unirlos.

Otra cosa que se observó es que la línea generada al unir los puntos era muy delgada y no se notaba mucho. En la parte izquierda de la figura 4.10 se puede ver que los puntos están unidos y la línea no está muy marcada.

En base a las pruebas se decidió eliminar una columna de círculos para brindar más espacio, se cambiaron los puntos por globos para que fuera más llamativo y la actividad dejó de requerir una línea trazada de círculo a círculo, ahora solo debe tocar los globos para reventarlos por lo que su nombre se cambió a “Reventar Globos”.

El cambio más significativo fue el de reventar en vez de unir ya que al realizar la actividad los niños no lograban juntar fácilmente los puntos porque no pasaban sobre el área definida del círculo y porque la línea en algunos se trazaba por partes y causaba confusión. En la parte derecha de la figura 4.10 se pueden observar los cambios realizados.



Figura 4.10 Cambios en la actividad de “Unir Puntos”.

En la actividad de “Agrupar Monedas” y “Fuera de Tiempo” los niños no entendían como borrar o deshacer su ultima acción ya que el botón que realizaba dicha acción era una x por lo que se decidió cambiar el botón por uno con un borrador (figura 4.11).

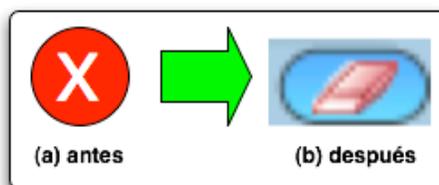


Figura 4.11 Cambios al botón de Borrar/Deshacer.

En la actividad de “La Carrera” y “Fuera de Tiempo” se observó que se esforzaban más ya que competían contra el tiempo y pocas veces lograban terminar.

Se les preguntó al final de la actividad si ésta era de su agrado, la respuesta fue que si pero no les gustaba que el tiempo se acabara tan rápido y que si este se extendiera les gustaría más.

Se decidió modificar el tiempo de acuerdo al nivel de dificultad elegido por el niño al iniciar el juego, por lo que a los niños con nivel de dificultad fácil se les dá más tiempo que a los niños con nivel de dificultad normal.

4.5 Pruebas Finales

Las pruebas en la sección anterior se realizaban repetidamente conforme se agregaba o se modificaba algún aspecto del juego.

Una vez finalizado el desarrollo, se realizaron pruebas en el Laboratorio de Usabilidad de nuestra Universidad para verificar que el contenido del juego era entendible y agradable para los niños. En la figura 4.12 se pueden ver fotos de las pruebas de usabilidad.

Las pruebas se realizaron con cuatro alumnos de segundo grado de primaria entre las edades de siete y ocho años, de ellos, dos eran niños y dos niñas. Estas pruebas ayudaron a darle los toques finales a la aplicación.

El documento del facilitador que contiene las tareas realizadas por los niños se puede encontrar en el anexo 1.5.



Figura 4.12 Pruebas en el Laboratorio de Usabilidad.

Durante las pruebas algunos niños se detenían, por ejemplo, después de escribir su nombre, pues no sabían que hacer después. El problema consistió en que no entendían que el símbolo de (✓) (figura 4.13) significaba listo/seguir y que ese era el botón que tenían que presionar para continuar. Se les preguntó qué consideraban adecuado como imagen para el botón, el resultado fue una flecha como se puede ver en la parte derecha de la Figura 4.12.



Figura 4.13 Cambios al botón de Listo/Seguir.

Al realizar este cambio se decidió modificar también la flecha del botón Atrás/Regresar, para que todas las flechas fueran similares, los resultados de este cambio se muestran en la figura 4.14.

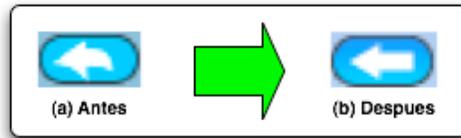


Figura 4.14 Cambios al botón Atrás/Regresar.

A los niños también se les pidió que probaran la actividad de "La Carrera" en la que el niño es representado por el personaje que eligió, el oponente (en este caso la Palm) es representado por el personaje que no seleccionó al iniciar el juego.

En esta actividad el niño debe contestar cinco operaciones correctamente antes de que el oponente llegue a la meta. A pesar de que el tiempo del oponente se había modificado anteriormente, los niños decían que avanzaba muy rápido, lo cual causaba que se desesperaran durante las pruebas. El tiempo se modificó nuevamente para evitar que el niño se frustrase mientras realiza esta actividad.

Otro problema detectado durante las pruebas consistía en que no había opción para que el niño saliera de la actividad en la que se encontraba y se veía forzado a terminar de contestar las operaciones y terminar para poder salir, por ello se decidió agregar el nuevo botón de Atrás/Regresar dentro de las pantallas de todas las actividades para que pueda regresar al mapa de actividades cuando lo desee.

La forma en la que se le mostraba al niño el resultado de su respuesta después de responder, en el mínimo de casos resultó ser poco clara.

Al niño se le mostraba el símbolo (✓) si estaba bien o el de (x) si estaba mal (figura 4.15) por un breve instante, aunque se presentó el problema de que a veces se mezclaba con todo lo demás que se estaba mostrando en la pantalla, por esto se decidió presentar una ventana negra semitransparente y sobre ella el símbolo de (✓) o el de (x), junto con la palabra correcto o incorrecto, tal como se puede ver en la figura 4.16. De esta forma se resalta la parte en la que se le muestra al niño el resultado de su respuesta.

El segundo aspecto corregido fue el tiempo usado para mostrar la imagen, mismo que era muy breve, por lo que se decidió extender el tiempo en que se muestra el resultado para que pueda ser apreciada por el niño.



Figura 4.15 Imágenes de respuesta correcta e incorrecta.



Figura 4.16 Imágenes modificadas de respuesta correcta e incorrecta.

Las modificaciones realizadas al juego fueron significativas en el desempeño y ambiente que éste proporciona al niño.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

De acuerdo a todo lo observado, investigado, desarrollado, analizado y puesto en práctica en el presente trabajo se ha llegado a las consideraciones y conclusiones siguientes:

- En las pruebas de usabilidad y ergonomía realizadas se concluyó que el modelo Palm preferido por los niños es el Z22 por su tamaño y color lo cual facilita su manipulación ya que pueden sostenerlo con una mano.
- En las encuestas que se realizaron a los maestros de segundo grado de primaria se identificó el eje y subtema en el que los niños presentan dificultad en el aprendizaje, el eje fue "Los números, sus relaciones y sus operaciones" y el subtema fue "Resolución de problemas de suma y resta".
- Los modelos utilizados para el diseño y desarrollo muestran que efectivamente no basta con una sola sesión de pruebas para detectar fallas o posibles mejoras en la aplicación. El cambio que muestra el modelo utilizado por Edumóvil (figura 2.2) incrementa la posibilidad de entregar al usuario final una aplicación que cumpla con sus expectativas, sea agradable y fácil de usar.
- El juego fue desarrollado teniendo en cuenta siempre que el usuario final sería un niño de segundo grado de primaria con edades entre siete y ocho años, con poca o ninguna experiencia con los dispositivos Palm. Conforme se avanzaba en el desarrollo del juego se realizaban pruebas y en estas se lograba corregir aspectos no contemplados con anterioridad. En las pruebas también se notó como el niño se adaptaba rápidamente al dispositivo y a la aplicación. Se observó que después de una o dos veces de demostrarle al niño como hacer las cosas, en los casos donde necesitaba ayuda, se le facilitaba la tarea y la hacía con mayor rapidez.
- La aplicación desarrollada es extensiva y no sólo se limita a segundo grado de primaria, y puesto que es una herramienta de apoyo para los maestros, puede ser usada cada vez que los niños de cualquier grado de primaria requieran repasar y ejercitar sus habilidades para sumas y restas.

Faltan por observar detalladamente los efectos que tiene esta aplicación al momento de ser implementada en un salón de clases. Para esto sería necesario proponer un seguimiento en una escuela piloto durante un ciclo escolar en el que se observaría el uso que le da el maestro a la aplicación y el aprovechamiento por parte de los niños al utilizarla. Los resultados mostrarían los cambios en el interés hacia las matemáticas por parte de los niños y el tiempo requerido para que aprendan el tema.

Una posible modificación que se podría realizar para este proyecto sería la implementación de módulos que manipulen las imágenes de tal forma que el juego se adapte a una Palm con pantalla más grande (más resolución). Como consecuencia, al tener la aplicación funcionando en otros dispositivos, posiblemente se tengan menos limitaciones de hardware, por lo que se podrían agregar actividades que utilicen la comunicación bluetooth y si el dispositivo cuenta con mejor hardware para reproducir audio se podrían agregar otros efectos, música y posiblemente instrucciones en audio.

Finalmente se puede decir que habiendo logrado el desarrollo del juego educativo y la recopilación de información sobre la materia de matemáticas de segundo grado de primaria se cumplieron los objetivos generales y particulares planteados inicialmente.

ANEXO 1.1 CUESTIONARIO PARA MAESTROS DE SEGUNDO GRADO DE PRIMARIA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Nombre de la Escuela: _____

Nombre del profesor: _____

Fecha: _____

Cuestionario de segundo año de primaria

Objetivo: Identificar el eje y los subtemas donde los niños presentan mayor dificultad de Aprendizaje.

Cuestionario (Orientado a profesores que imparten el segundo grado de primaria matemáticas).

1. ¿Ha impartido antes el segundo grado de primaria?

- a) Sí
- b) No

2. ¿Cuántas veces ha impartido el segundo grado?

3. ¿Cuál es el eje donde los niños presentan mayor dificultad de aprendizaje?

- a) Los números, sus relaciones y sus operaciones (si eligió esta opción, pase a la pregunta 3.1).
- b) Medición (pase a la pregunta 3.2)
- c) Geometría (pase a la pregunta 3.3)
- d) Tratamiento de la información (pase a la pregunta 3.4)

3.1 En el caso de los números, sus relaciones y sus operaciones, ¿qué subtema es el que presenta mayor dificultad a los niños?

- a) Números de tres cifras
- b) Números Ordinales
- c) Resolución de problemas de suma y resta
- d) Visualización de la multiplicación mediante agrupamientos y arreglos de objetos
- e) Escritura convencional de la multiplicación (con números de una cifra)
- f) Construcción del cuadro de multiplicaciones

3.2 En el caso de que sea medición, ¿qué subtema es el que presenta mayor dificultad a los niños?

- a) Longitudes y áreas
- b) Capacidad, peso y tiempo

3.3 En el caso de que sea geometría, ¿qué subtema es el que presenta mayor dificultad a los niños?

- a) Ubicación Espacial
- b) Cuerpos Geométricos

c) Figuras Geométricas

3.4 En el caso de que sea tratamiento de la información, ¿qué subtema es el que presenta mayor dificultad a los niños?

- a) Interpretación de la información contenida en ilustraciones, registros y pictogramas sencillos
- b) Resolución e invención de problemas sencillos elaborados a partir de una ilustración

4. ¿Qué método de enseñanza utiliza cuando se le dificulta el aprendizaje a sus niños y en que consiste?

5. ¿Es viable para usted enseñar este tema (el que se le dificulta) por medio de un juego de computadora?

a) Si ¿Por qué? _____

b) No ¿Por qué?

6. ¿Conoce usted las PALMs?

- a) Si
- b) No

ANEXO 1.2 CUESTIONARIO DE COLORES PARA NIÑAS DE SEGUNDO GRADO DE PRIMARIA.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Nombre de la Escuela: _____ Edad: _____

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Cuestionario para niñas de segundo grado de primaria

Objetivo: Identificar los colores preferidos por las niñas

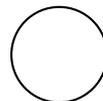
1. Ordena los colores del que más te gusta al que menos te gusta usando números del 1-9.



2. ¿Cómo crees que se siente la niña en cada imagen?



3. Asocia cada expresión facial con un color.



ANEXO 1.3 CUESTIONARIO DE COLORES PARA NIÑOS DE SEGUNDO GRADO DE PRIMARIA.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Nombre de la Escuela: _____ Edad: _____

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Cuestionario para niños de segundo grado de primaria

Objetivo: Identificar los colores preferidos por los niños

1. Ordena los colores del que más te gusta al que menos te gusta usando números del 1-9.



2. ¿Cómo crees que se siente el niño en cada imagen?





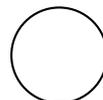






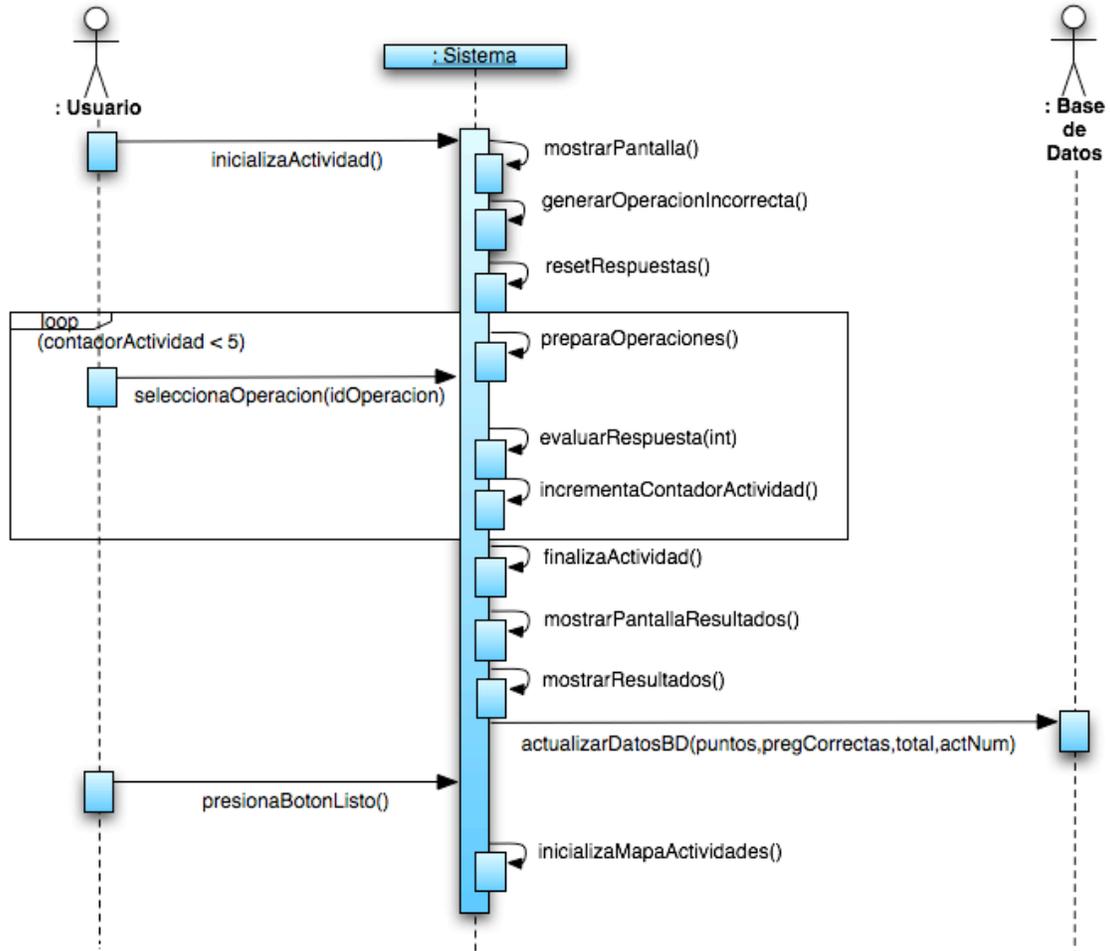


3. Asocia cada expresión facial con un color.

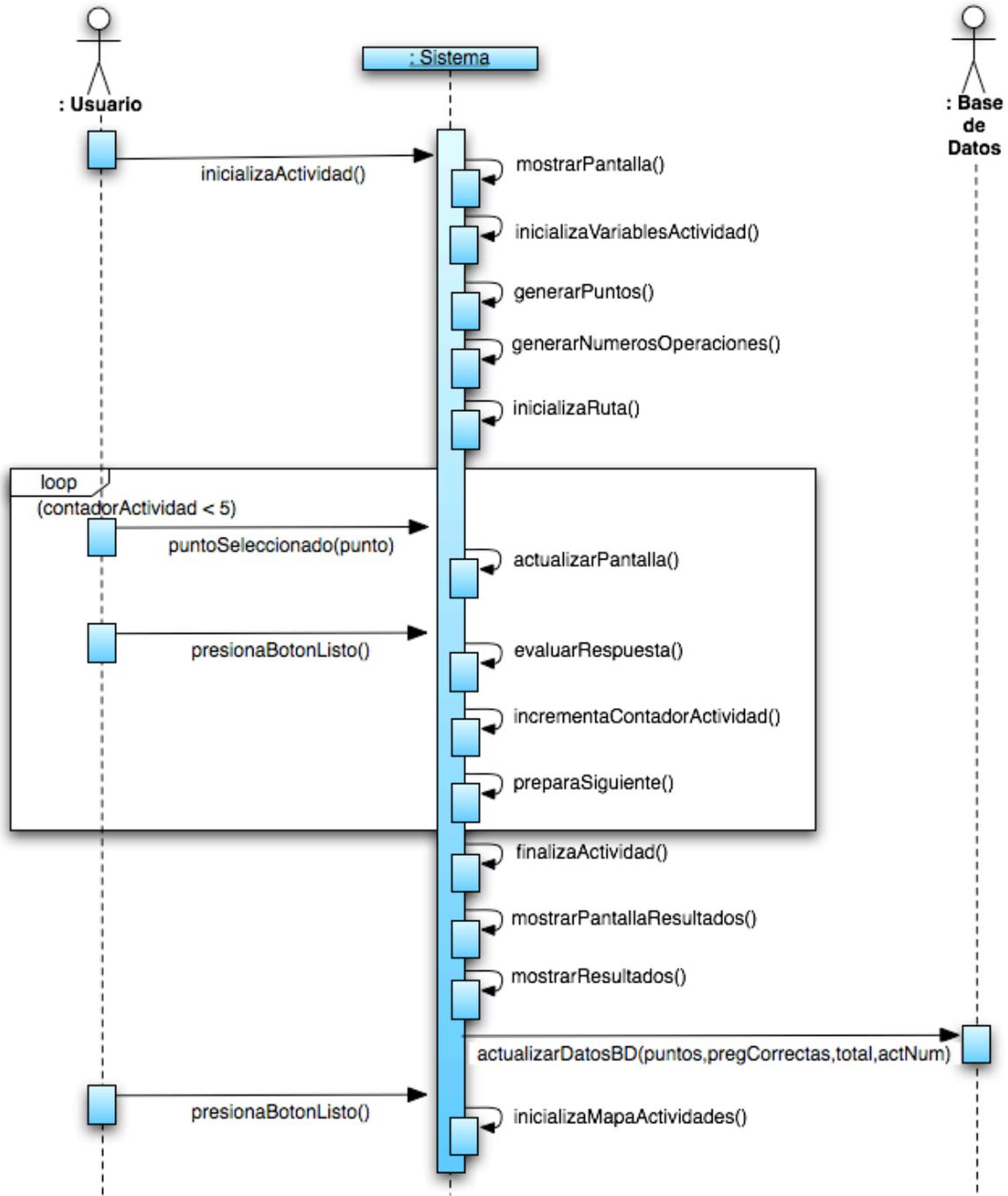


ANEXO 1.4 DIAGRAMAS DE SECUENCIA PARA LOS CASOS DE USO

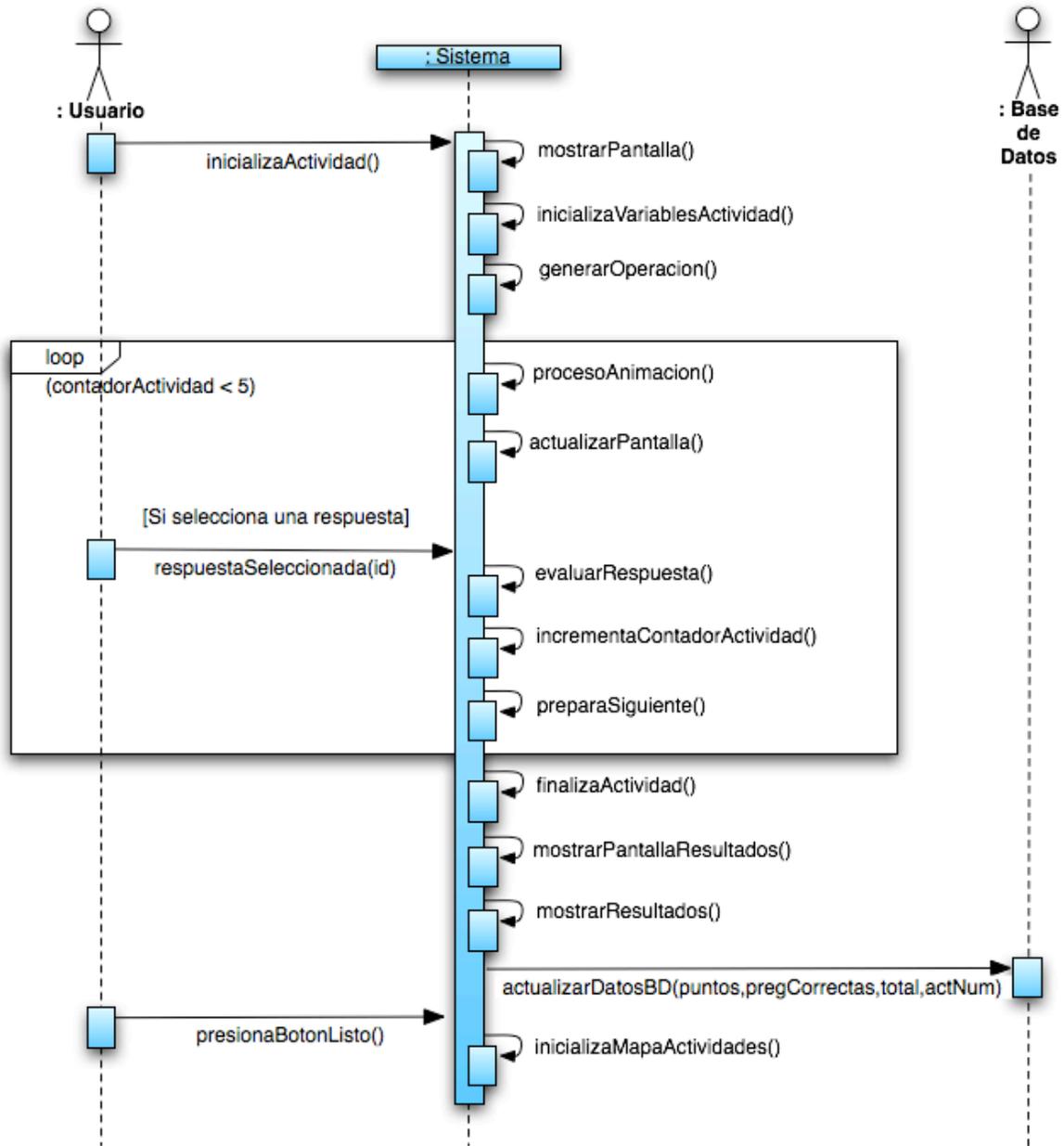
(a) Jugar "Operación incorrecta"



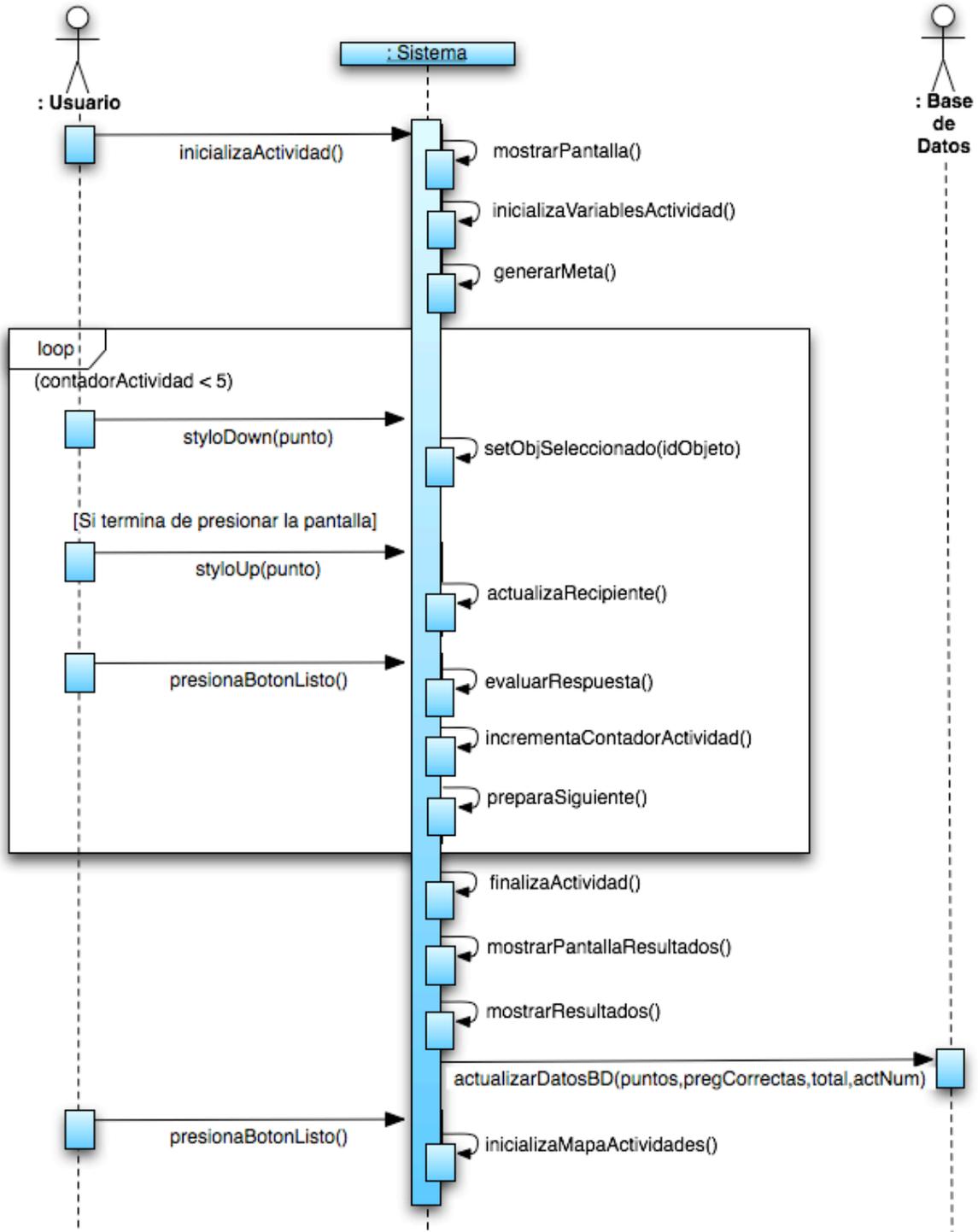
(b) Jugar "Reventar Globos"



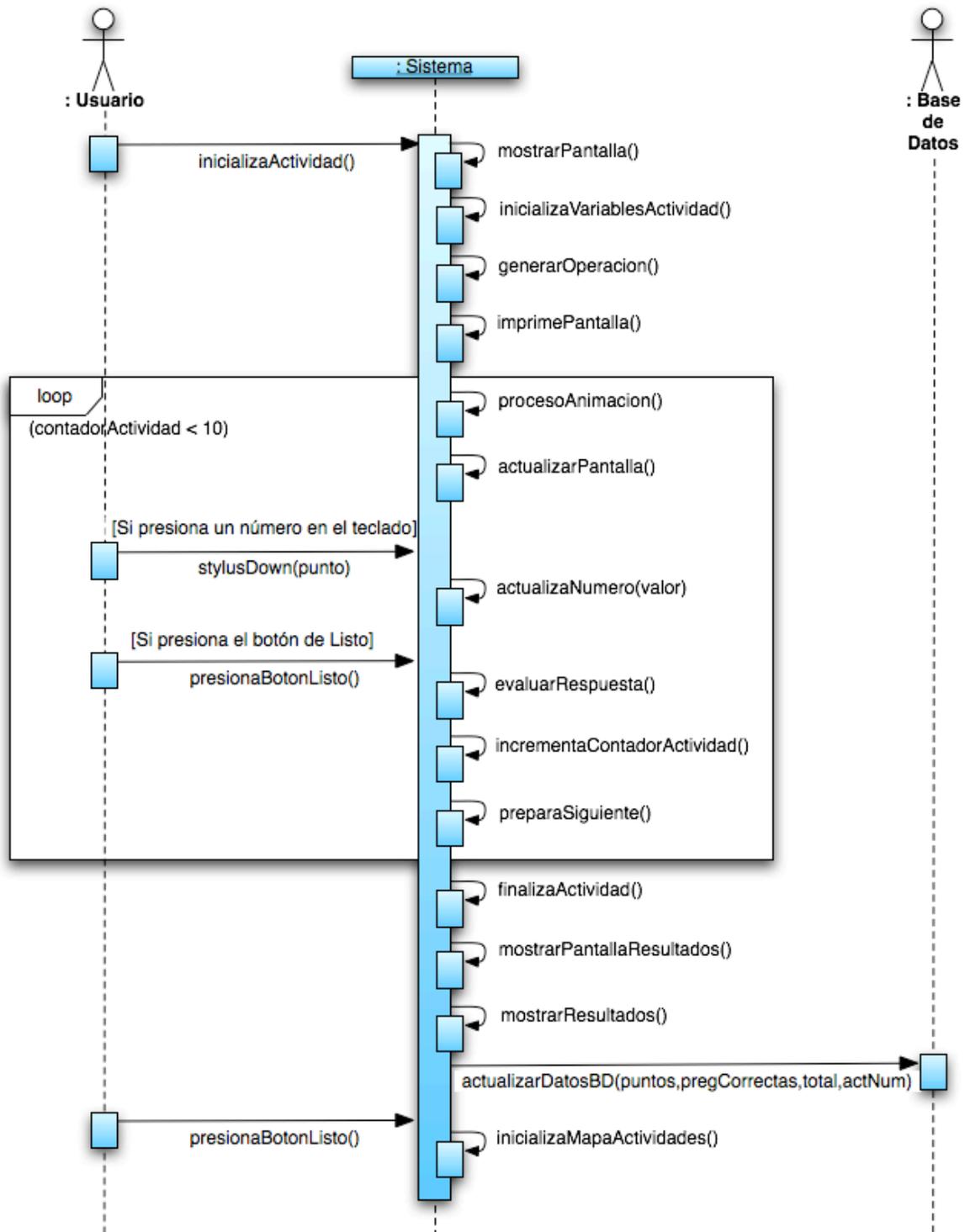
(c) Jugar "La carrera"



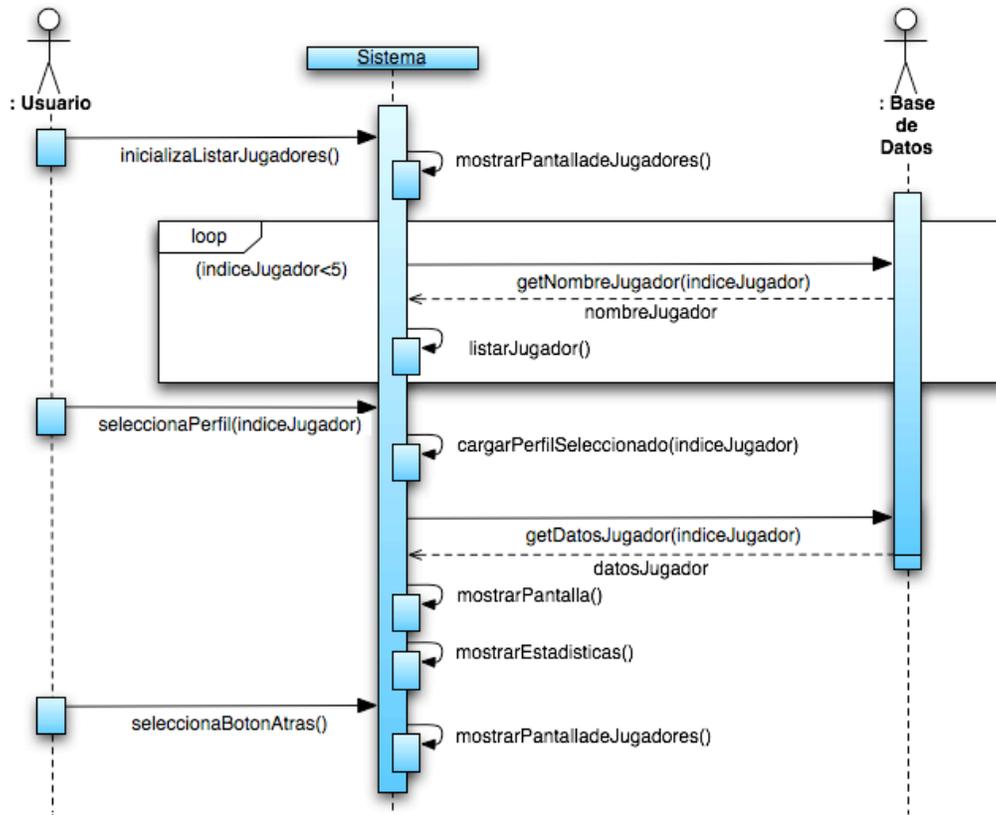
(d) Jugar "Agrupar monedas"



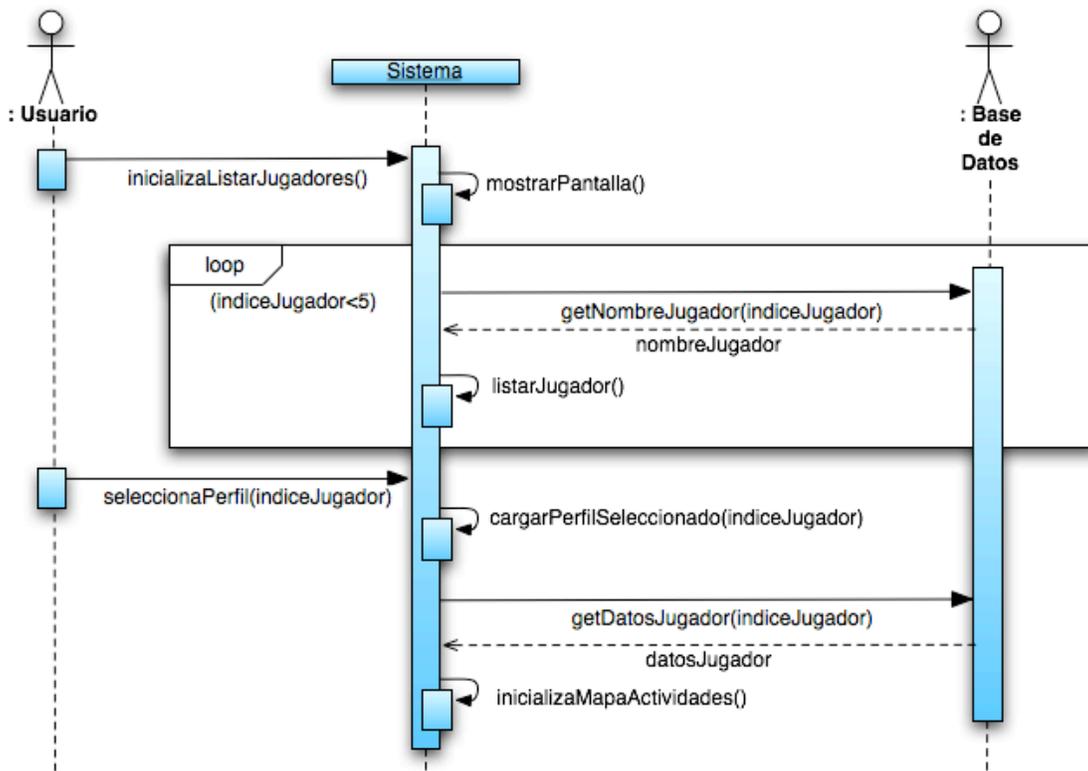
(e) Jugar "Fuera de tiempo"



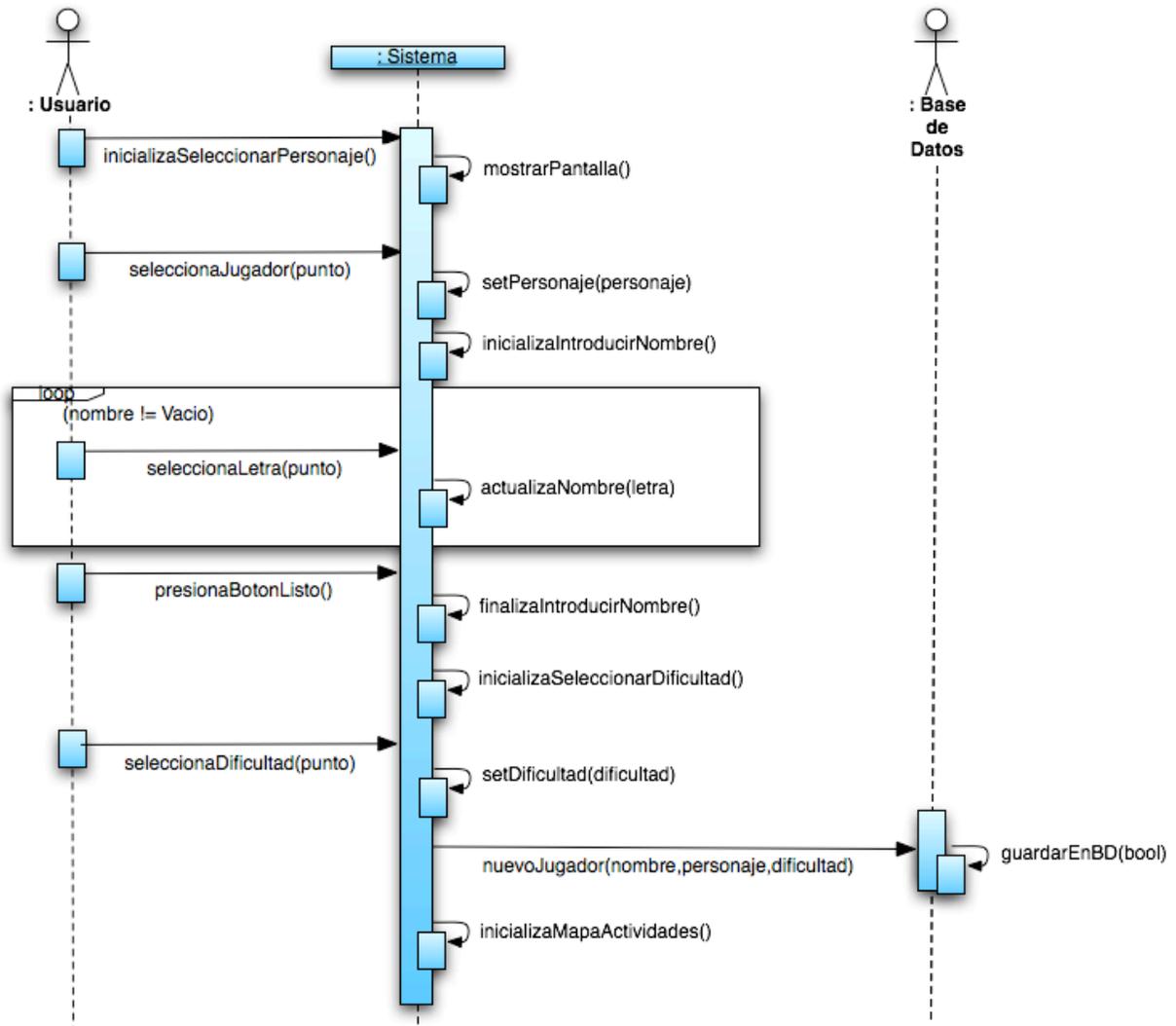
(f) Ver datos del jugador



(g) Cargar perfil almacenado



(h) Crear Perfil



ANEXO 1.5 DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS DE LAS CLASES CREADAS

(a) Clase Menu

Tabla 5.1 Descripción de los métodos para la clase Menu.

Método	Descripción
void crearAuxiliares()	Crea imágenes utilizadas frecuentemente.
void crearPantalla(int p)	Carga y muestra la pantalla indicada.
void inicializaFuentes()	Crea las fuentes utilizadas en el juego.
void initVarGlb()	Inicializa las variables utilizadas.
void finalizaMenu()	Elimina las imágenes y llama <i>finalizaFuenteNormal()</i> .
void finalizaFuenteNormal()	Elimina las fuentes creadas.
int getPagina()	Obtiene el valor de la variable <i>pagina</i> .
int getScreen()	Obtiene el valor de la variable <i>Screen</i> .
void inicializaMapaActividades()	Muestra los elementos y la pantalla del mapa de actividades.
void mostrarCadena(char *texto,int x, int y, int idfuente)	Muestra una cadena en las coordenadas indicadas y con el tipo de fuente indicada.
void mostrarEstrellasEnMapa()	Muestra las estrellas obtenidas para cada actividad en el mapa de actividades.
void mostrarCargando()	Muestra el mensaje "Cargando...".
void mostrarPantalla()	Pinta nuevamente la pantalla actual.
void mostrarPuntosEnMapa()	Muestra en el mapa de actividades el número de puntos acumulados.
void setActividadIniciada(bool a)	Activa la bandera para indicar que el jugador ha seleccionado una actividad.
void setMostrarCargando(bool carg)	Asigna a la bandera <i>muestraCargando</i> un valor para indicar si debe mostrar el mensaje de "Cargando...".
void setScreen(int snew)	Asigna a la variable <i>screen</i> un nuevo valor.
void setPagina(int p)	Asigna a la variable <i>pagina</i> el valor indicado.
void showDialogoNegro()	Muestra un cuadro negro semitransparente en pantalla.
void showEstrella(int tipo, int xTemp, int yTemp)	Muestra en coordenadas específicas la estrella indicada.
Métodos que se comunican con la base de datos.	
void actualizarDatosEnBD(int nuevoPuntaje, int nCorrectas, int pregTotal, int actNum)	Actualiza los datos del jugador actual para la actividad indicada con <i>actNum</i> .
void addPuntos(int puntos)	Agrega una cantidad a los puntos del jugador actual.
void cargarDatosDelIndice(int indice)	Carga los datos del jugador indicado a una estructura.
bool existeBD()	Verifica si existe la base de datos utilizada por el juego.
int getIndexEnBD()	Obtiene el índice correspondiente al jugador actual en la base de datos.
int getEstrellaEnBD(int indice, int act)	Obtiene la estrella de un jugador para la actividad indicada.
int getNivelDificultad()	Obtiene el nivel de dificultad seleccionado por el jugador actual.
int getNumRecords()	Obtiene el número de jugadores en la base de datos.
bool getPersonaje()	Obtiene el tipo de personaje seleccionado por el jugador actual.
bool nombreEsRepetido(char *nombre)	Verifica si el nombre indicado ya existe en la base de datos.
void setPersonajeBD(bool tipo)	Asigna el tipo de personaje indicado.
int getPersonajeIndice(int indice)	Obtiene el tipo de personaje correspondiente al jugador indicado.
int getPuntosIndice(int indice)	Obtiene el número de puntos acumulados por el jugador indicado.

void nuevoJugadorEnBD()	Crea en la base de datos el perfil para un nuevo jugador.
void setDificultadBD(int nd)	Asigna el nivel de dificultad deseado al jugador actual.
void setNombreBD(char *nombreTemp)	Asigna el nombre deseado al jugador actual.
DatosJugador *getDatosJugadorEnBD(int i)	Obtiene los datos del jugador indicado.

Clase Actividad

Tabla 5.2 Descripción de los métodos para la clase *Actividad*.

Método	Descripción
void eliminarmagenes(bool todas)	Elimina las imágenes, la variable <i>todas</i> indica si debe eliminar imágenes creadas al mostrar resultados.
void eliminaFuentes()	Elimina las fuentes creadas.
int getMeta()	Obtiene el valor actual de la variable <i>meta</i> .
int generaMeta()	Genera un número aleatorio que puede ser utilizado como meta.
int getContadorActividad()	Obtiene el valor de <i>contadorActividad</i> .
int getRespuestasBuenas()	Obtiene el número de respuestas buenas obtenidas en la actividad.
void incrementaContadorActividad()	Incrementa el contador que indica cuantas preguntas ha contestado el jugador.
void inicializacion()	Inicializa contadores, fuentes e imágenes.
Void inicializalmagenes()	Inicializa imágenes usadas para mostrar resultados.
void inicializaFuentes()	Crea las fuentes utilizadas por las actividades.
void liberarMemoria()	Libera la memoria utilizada actualmente por la imagen <i>pantalla</i> .
void mostrarCadena(char *texto,int x, int y, int idfuente)	Muestra una cadena en las coordenadas indicadas y con el tipo de fuente indicada.
void mostrarMensajeCargando()	Muestra en pantalla el mensaje de "Cargando..." con la imagen de un reloj.
void mostrarPantalla(int numPantalla, bool mostrarCargando)	Muestra la pantalla indicada y la bandera <i>mostrarCargando</i> indica si se debe mostrar el mensaje de "Cargando..." o no.
int mostrarResultados()	Muestra en la pantalla de "Resultados" la calificación obtenida en cada respuesta dada por el jugador y regresa la cantidad de puntos acumulados en la actividad.
bool muestraCalifDe(int respJugador,int respCorrecta)	Compara la respuesta del jugador con la correcta y muestra un mensaje con el resultado.
void refrescarFondo()	Pinta nuevamente la pantalla actual.
void resetRespuestas()	Inicializa el arreglo <i>respuestas</i> en falso.
void setContadorActividad(int cA)	Asigna a la variable <i>contadorActividad</i> el valor indicado.
void setDificultad(int nuevoNivel)	Asigna a la variable <i>dificultad</i> un nuevo valor.
void setMeta(int valorMeta)	Asigna a la variable <i>meta</i> el valor indicado.
void setPersonaje()	Asigna a la variable <i>personaje</i> el tipo de personaje elegido por el jugador.

(b) Clase Datos

Tabla 5.3 Descripción de los métodos para la clase Datos.

Método	Descripción
bool existeBD()	Verifica si la base de datos utilizada por el juego existe.
bool esNombreRepetido(char *nomEvaluado)	Verifica si el nombre enviado ya existe.
DatosJugador *getDatosIndice(int indexPos)	Obtiene los datos de un jugador específico.
int getDBIndex()	Obtiene el índice de la base de datos correspondiente al jugador actual.
int getDificultadIndice(int indice)	Obtiene el nivel de dificultad elegido por el jugador en el índice solicitado.
int getnBuenas()	Obtiene el número de respuestas correctas del jugador actual.
int getnBuenasIndice(int indice)	Obtiene el número de respuestas correctas del jugador en el índice solicitado.
int getEstrella(int actividad)	Obtiene la estrella correspondiente a la actividad solicitada.
int getEstrellaIndice(int jugador, int actividad)	Obtiene la estrella de un jugador para la actividad solicitada.
char *getNombreIndice(int indice)	Obtiene el nombre almacenado en el índice indicado.
int getNumRecords()	Obtiene el número total de jugadores almacenados en la base de datos.
int getnPreguntas()	Obtiene el número de preguntas contestadas por el jugador actual.
int getnPreguntasIndice(int jugador)	Obtiene el número de preguntas contestadas por el jugador indicado.
bool getPersonajeIndice(int jugador)	Obtiene el tipo de jugador seleccionado por el jugador indicado.
int getPuntosIndice(int jugador)	Obtiene el número de puntos acumulados por el jugador indicado.
int getPuntosJugador()	Obtiene el número de puntos acumulados por el jugador actual.
bool getPersonaje()	Obtiene el tipo de jugador seleccionado por el jugador actual.
int getNivelDificultad()	Obtiene el nivel de dificultad seleccionado por el jugador actual.
void setDatos(int indice)	Carga los datos del jugador indicado a una estructura.
void setDBIndex(int ni)	Asigna a la variable <i>DBIndex</i> el índice del jugador actual.
void setDificultad(int nd)	Asigna a la variable <i>nivelDificultad</i> un nivel de dificultad.
void setEstrella(int actividad, int tipo)	Asigna a la actividad indicada el tipo de estrella adquirida.
void setnBuenas(int buenas)	Asigna a la variable <i>preguntasBuenas</i> el número de respuestas correctas.
void setNombre(char *nombre)	Asigna a la variable <i>nombre</i> el nombre indicado.
void setnPreguntas(int n)	Asigna a la variable <i>nPreguntas</i> el número de respuestas contestadas en total.
void setPersonaje(bool p)	Asigna a la variable <i>personaje</i> el personaje indicado.
void setPuntos(int p)	Asigna a la variable <i>puntos</i> la cantidad indicada.
bool guardarEnBD()	Guarda en la base de datos el perfil del jugador

	actual.
bool actualizaIndiceEnBD(int indice)	Actualiza los datos del jugador indicado en la base de datos.
void addPuntosJugador(int punt)	Suma la cantidad indicada a los puntos del jugador actual.
void addEstadisticas(int pregCorrectas, int masPreguntas)	Suma a las variables <i>preguntasBuenas</i> y <i>nPreguntas</i> las cantidades indicadas.

(c) Clase Jugar

Tabla 5.4 Descripción de los métodos para la clase Jugar.

Método	Descripción
void actualizaNombre(POINT p)	Actualiza el arreglo <i>nombre</i> si el punto indicado pertenece a alguna letra o al borrador.
void borrarBoton()	Elimina la imagen de el botón "Aceptar".
void inicializaCargando()	Inicializa las variables usadas en la pantalla inicial de "Iniciando...".
void inicializaElRecreo(CGapiVFS *VfsA, CGapiDraw *M_pGapiA, CGapiDisplay *DisplayA)	Inicializa las variables de los objetos de GapiDraw, crea fuentes y llama <i>inicializaCargando()</i> .
void inicializaMenu()	Muestra la pantalla del menú principal.
void inicializaSeleccionarDificultad()	Muestra la pantalla para seleccionar el nivel de dificultad.
void inicializaSeleccionarPersonaje()	Muestra la pantalla para seleccionar el personaje.
void inicializaIntroducirNombre()	Muestra la pantalla para que el jugador introduzca su nombre.
bool finalizaIntroducirNombre()	Verifica si el nombre introducido es repetido. En caso ser repetido muestra un mensaje para indicarlo, si no es repetido actualiza el nombre en el objeto de la base de datos.
void finalizaSeleccionarDificultad()	Crea un perfil con los datos introducidos.
int getNomIndex()	Obtiene el índice de la cadena <i>nombre</i> .
void mostrarNombre()	Muestra en pantalla la cadena <i>nombre</i> .
void mostrarPuntosEnMapa()	Muestra en pantalla los puntos del jugador actual.
void procesoAnimacion()	Realiza la animación en la pantalla de "Iniciando...".

(d) Clase CargarDatos

Tabla 5.5 Descripción de los métodos para la clase CargarDatos.

Método	Descripción
int cargarDatoSeleccionado(POINT pAux,int limite)	Carga los datos del jugador seleccionado, <i>pAux</i> indica en que punto fue presionada la pantalla y <i>limite</i> es el número de jugadores en la base de datos.
void inicializaListado()	Crea las imágenes auxiliares.
void finalizaListado()	Elimina las imágenes auxiliares.
int getPagina()	Obtiene el valor de la variable <i>pagina</i> .
void listarJugadores()	Muestra cinco jugadores de la base de datos usando la variable <i>pagina</i> para saber cuales mostrar.
void mostrarEstadisticas(int indice)	Muestra la pantalla con los datos del jugador indicado.
void setPagina(int p)	Asigna a la variable <i>pagina</i> el número de página en la que se encuentra posicionado el jugador actualmente.

(e) Clase OpIncorrecta

Tabla 5.6 Descripción de los métodos para la clase OpIncorrecta.

Método	Descripción
void evaluarRespuesta(int respAux)	Evalúa la respuesta del jugador.
void generadorOperacionIncorrecta()	Genera tres operaciones, una de ellas resulta de manera incorrecta y las muestra en pantalla.
void inicializaActividad()	Muestra la pantalla utilizada por la actividad, inicializa contadores y muestra las tres operaciones en pantalla.
void finalizaActividad()	Muestra la pantalla de resultados y actualiza los datos del jugador.
void preparaSiguiente()	Refresca la pantalla y muestra tres operaciones diferentes.
void setIncorrecta(int si)	Asigna a la variable <i>incorrecta</i> el número de la operación que debe elegir el jugador.

(f) Clase Globos

Tabla 5.7 Descripción de los métodos para la clase Globos.

Método	Descripción
void anexaRuta(int)	Anexa al arreglo <i>rutaAux</i> el número del globo indicado para tener un registro de la ruta seguida por el jugador.
void borrarUltimo()	Elimina el número del último globo en el arreglo <i>rutaAux</i> .
void evaluarRespuesta(int resp)	Evalúa la respuesta del jugador.
void finalizaActividad()	Elimina las imágenes de los globos auxiliares, muestra la pantalla de resultados y actualiza los datos del jugador.
void generarNumerosOperaciones()	Genera doce números aleatorios y un número meta. Muestra en pantalla los números generados.
void generarPuntos()	Se crean globos auxiliares y se muestran en pantalla.
int getCirculoActivo(POINT p)	Identifica a que globo corresponde el punto en que se presionó la pantalla.
void inicializaActividad()	Inicializa contadores, muestra la pantalla de la actividad y prepara la primer pregunta.
void inicializaVariablesActividad()	Inicializa las variables utilizadas por la actividad.
void inicializaRuta()	Inicializa los arreglos utilizados para definir la ruta seguida por el jugador.
void imprimirNumeros()	Muestra en pantalla los doce números generados por la función <i>generarNumerosOperaciones()</i> .
void imprimePantalla()	Refresca los elementos mostrados en pantalla.
void pintaNoSel()	Muestra en pantalla los globos no reventados.
void pintaSel()	Muestra en pantalla los globos reventados.
void preparaSiguiente()	Genera nuevos números y refresca la pantalla.
void styloDown(POINT p)	Identifica si el punto presionado en pantalla es un botón o globo.

(g) Clase Carrera

Tabla 5.8 Descripción de los métodos para la clase Carrera.

Método	Descripción
bool checarRepetido(int numero)	Verifica si el número indicado ya existe en las posibles respuestas.
void evaluarRespuesta(int respAux)	Evalúa la respuesta del jugador.
void finalizaActividad()	Elimina las imágenes auxiliares y actualiza los datos del jugador.
void generarOperacion()	Genera la operación utilizada por la actividad y cuatro posibles respuestas.
void imprimePantalla(int x,int y)	Muestra la operación y las cuatro posibles respuestas tomando como referencia las coordenadas indicadas.
void inicializaActividad()	Llama <i>inicializaVariablesActividad()</i> , muestra la pantalla de la actividad y muestra la primer actividad.
void inicializaVariablesActividad()	Inicializa variables y crea imágenes auxiliares.
void preparaSiguiente()	Genera operaciones y actualiza la pantalla para la siguiente pregunta. Si el jugador ya llegó a la meta se muestra la pantalla indicando que el jugador ganó la carrera.
void procesoAnimacion()	Se encarga de actualizar la pantalla constantemente para mostrar que los personajes avanzan en el escenario. Si el oponente llega a la meta, se muestra la pantalla indicando que el jugador perdió la carrera.

(h) Clase Agrupar

Tabla 5.9 Descripción de los métodos para la clase Agrupar.

Método	Descripción
void evaluarRespuesta(int respAux)	Evalúa la respuesta del jugador.
int finalizaActividad()	Elimina las imágenes auxiliares, muestra la pantalla de resultados y actualiza los datos del jugador.
int getCantMonedas()	Obtiene el número de monedas en la caja.
void inicializaActividad()	Llama <i>inicializaVariablesActividad()</i> , muestra la pantalla de la actividad y muestra la primer actividad.
void inicializaVariablesActividad()	Inicializa variables y crea imágenes auxiliares.
void preparaSiguiente()	Genera un número meta y actualiza la pantalla para la siguiente pregunta.
void procesoAnimacion()	Realiza la animación que muestra como se coloca automáticamente la moneda en el momento que el niño la coloca en la caja.
void actualizaRecipiente(POINT p)	Agrega a la caja la moneda que fue arrastrada a la caja.
void Borrar()	Elimina la última moneda agregada a la caja.
void generaMeta()	Genera el número meta que el niño debe obtener sumando monedas.
void imprimeMeta()	Muestra en pantalla el valor de la variable <i>meta</i> .
void pintarJArrastrado(POINT p)	Muestra las monedas del contenedor y muestra en pantalla la moneda que está siendo arrastrada por el jugador.
void setrSel(int r)	Actualiza la variable <i>rSel</i> , ésta indica que moneda fue seleccionada por el jugador.

(i) Clase FueraTiempo

Tabla 5.10 Descripción de los métodos para la clase FueraTiempo.

Método	Descripción
bool evaluarRespuesta(int respAux)	Evalúa la respuesta del jugador.
void finalizaActividad()	Actualiza los datos del jugador.
void generarOperacion()	Genera la operación que el usuario debe resolver.
void inicializaActividad()	Llama <i>inicializaVariablesActividad()</i> , muestra la pantalla de la actividad y muestra la primer actividad.
void inicializaVariablesActividad()	Inicializa variables.
void preparaSiguiente()	Genera una operación y actualiza la pantalla para la siguiente pregunta. Si ha contestado diez preguntas correctamente, se muestra la pantalla para indicar al jugador que ganó.
void procesoAnimacion()	Actualiza el contador de tiempo en pantalla y dependiendo de la respuesta del jugador muestra "+3" o "-5" por un corto periodo de tiempo.
void actualizaPantalla()	Muestra la pantalla de la actividad, el contador de tiempo y la operación que el niño debe resolver.
void actualizaNumero(pAux : POINT)	Verifica a que número pertenece el punto indicado y lo actualiza en caso de ser un punto válido.
void imprimePantalla(int x, int y)	Imprime la operación que el jugador debe resolver tomando como referencia las coordenadas indicadas.
void borraNumero()	Limpia la cadena que almacena el número que el niño ha introducido.

**ANEXO 1.6 CUESTIONARIO APLICADO EN LAS PRUEBAS DE
USABILIDAD**

Pruebas de Usabilidad

Juego de Matemáticas

Nombre del usuario:

Fecha:

Instrucciones generales

Estimado usuario:

Se quiere probar el funcionamiento del juego de matemáticas en dispositivos móviles (Palm) con los niños de segundo grado de primaria cuyas edades están en el rango de siete y ocho años.

Se pretende ver si el juego es fácil de entender y si es apto para ellos. Estas observaciones ayudarán a conocer las deficiencias y posibles mejoras en el juego.

Te pedimos realizar unas tareas con el juego en estos dispositivos, las que describimos en las siguientes páginas. Te sugerimos leer cada tarea atentamente antes de empezar. Después de cada tarea te solicitamos llenar un cuestionario que nos proporcionará información importante. El facilitador te dirá cuando puedes avanzar a la siguiente tarea.

Estamos muy interesados en tus impresiones subjetivas y espontáneas. Es por eso que te pedimos que manifiestes tus pensamientos abiertamente durante la sesión (por ejemplo lo que esperabas y no encontraste, lo que está bien o mal, etc.)

El facilitador está para responder tus dudas y preguntas durante la sesión.

En caso de que no tengas más preguntas, por favor comunícaselo al facilitador para que podamos empezar con la prueba.

Esperamos que hayas pasado un momento divertido experimentando con el juego.

Prueba 1

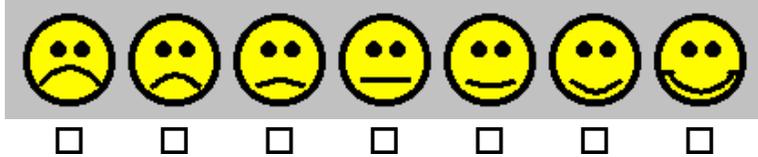
1. La prueba consiste en localizar la aplicación, ejecutarla y terminarla.
 - a) Encender el dispositivo.
 - b) Ubicar y seleccionar el juego "El Recreo".
 - c) Salir de la aplicación.
 - d) Apagar el dispositivo.

Preguntas para Prueba 1

1) Hacer la tarea fue:

- Fácil
- Más o menos
- Difícil

2) ¿Qué cara corresponde a tu estado de ánimo después de la tarea?



3) ¿Tuviste problemas con esta tarea?

Prueba 2

2. Iniciar un juego nuevo.
 - a) Encender el dispositivo.
 - b) Ubicar y seleccionar el juego "El Recreo".
 - c) Seleccionar Nuevo.
 - d) Seleccionar tu personaje.
 - e) Introducir tu Nombre.
 - f) Seleccionar tu nivel de dificultad.
 - g) Salir del juego.
 - h) Apagar el dispositivo.

Preguntas para prueba 2

1) Iniciar un juego nuevo fue:

- Fácil
- Más o menos
- Difícil

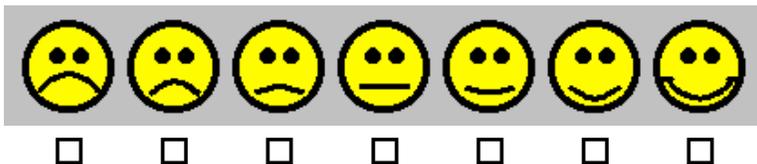
2) Escribir tu nombre fue:

- Fácil
- Más o menos
- Difícil

3) Salir del juego fue:

- Fácil
- Más o menos
- Difícil

4) ¿Qué cara corresponde a tu estado de ánimo después de la tarea?



¿Tuviste problemas al iniciar un juego nuevo?

Prueba 3

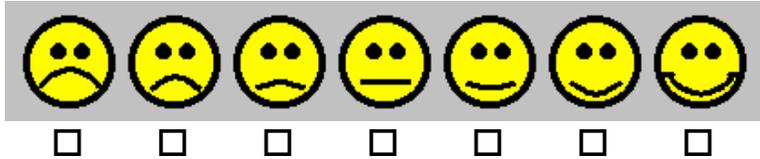
3. Continuar tu juego creado.
 - a) Encender el dispositivo.
 - b) Ubicar y seleccionar el juego "El Recreo".
 - c) Seleccionar Continuar.
 - d) Seleccionar tu Nombre.
 - e) Salir del juego.
 - f) Apagar el dispositivo.

Preguntas para prueba 3

1) Continuar el juego creado fue:

- Fácil
- Más o menos
- Difícil

2) ¿Qué cara corresponde a tu estado de ánimo después de la tarea?



3) ¿Tuviste problemas al continuar tu juego?

Prueba 4

4. Elegir la actividad "La Carrera".
 - a) Encender el dispositivo.
 - b) Ubicar y seleccionar el juego "El Recreo".
 - c) Seleccionar Continuar.
 - d) Seleccionar tu Nombre.
 - e) Elegir el juego "La Carrera".
 - f) Resolver la actividad mostrada.
 - g) Seleccionar Listo.
 - h) Salir del juego.
 - i) Apagar el dispositivo.

Preguntas para prueba 4

1) Entender como resolver la actividad de "La Carrera" fue:

- Fácil
- Más o menos
- Difícil

2) ¿Entendías si tu respuesta estaba bien o mal?

- Si
- No

3) Las operaciones se te hacían:

- Fácil
- Más o menos
- Difícil

4) La velocidad del oponente era:

- Lenta
- Más o menos
- Rápida

5) ¿Qué cara corresponde a tu estado de ánimo después de la tarea?



-
-
-
-
-
-
-

6) ¿Tuviste problemas al resolver la actividad?

Prueba 5

5. Elegir una actividad diferente a "La Carrera".
 - a) Encender el dispositivo.
 - b) Ubicar y seleccionar el juego "El Recreo".
 - c) Seleccionar Continuar.
 - d) Seleccionar tu Nombre.
 - e) Elegir una actividad diferente a "La Carrera".
 - f) Resolver la actividad mostrada.
 - g) Seleccionar Listo.
 - h) Salir del juego.
 - i) Apagar el dispositivo.

Preguntas para prueba 5

1) Entender como resolver la actividad fue:

- Fácil
- Más o menos
- Difícil

2) ¿Entendías si tu respuesta estaba bien o mal?

- Si
- No

3) Las operaciones se te hacían:

- Fácil
- Más o menos
- Difícil

4) ¿Qué cara corresponde a tu estado de ánimo después de la tarea?



5) ¿Tuviste problemas al resolver la actividad?

Preguntas finales

- 1) ¿Te gustó el juego? ¿Fue fácil usarlo? ¿Crees que es necesario cambiarle, quitarle o agregarle algo? ¿Por qué? ¿Tienes sugerencias?

REFERENCIAS

Bibliografía

- [1] Aquino, Luisa. "¿Quién se come a quién?: Juego colaborativo para niños de primaria en palmas de un ecosistema utilizando bluetooth". Tesis de Ingeniería en Computación. Enero 2006.
- [2] Avendaño, Miguel. "Alternativas metodológicas para facilitar la compensación de la lectura". Memorias del encuentro de estrategias para desarrollar los procesos de lectura y escritura. 2005. PP 19-37.
- [3] Bernal Torres, César Augusto. "Metodología de la Investigación Para Administración y Economía". Prentice Hall. PP 221-227. 2000.
- [4] Calvo, Iván. "Herramienta De Aprendizaje Para El Apoyo De Las Matemáticas De Primer Grado De Primaria Utilizando Dispositivos Móviles". Tesis de Ingeniería en Computación. Febrero 2006.
- [5] Chadiá Abras, Diane Maloney-Krichmar, Jenny Preece. "User-Centered Design". Enciclopedia of Human-Computer Interaction. 2004.
- [6] Cuevas García, Enrique. "Incorporación de los dispositivos móviles como herramienta para auxiliar la lectura a nivel primaria". Tesis de Ingeniería en Computación. Junio 2007.
- [7] Courage, Catherine & Baxter, Kathy. "Understanding your users: A practical guide to user requirements, methods, tools and Techniques". PP 6-8. Morgan Kaufman 2005.
- [8] Dumas, J. S. & Redish, J. C.. "A practical guide to usability testing (Rev. ed.)". Intellect Books. 1999.
- [9] Gerónimo, Gabriel, Aquino, Luisa, Becerra, L., Calvo, Iván. "El Proyecto Edumóvil: Consideraciones Iniciales". Encuentro Internacional de Computación ENC'05. PP. 98-101. Septiembre 2005.
- [10] Inhelder, Bärbel and Piaget, Jean. "The Psychology of the Child". PP 57-63. Basic Books Inc. 1969.
- [11] Norman, Donald A. & Draper, Stephen W.. "User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction". Lawrence Erlbaum Associates 1986.
- [12] Russell Bernard, H.. "Research Methods in Anthropology, Qualitative and Quantitative Approaches. Third Edition". PP.204-206. AltaMira Press. 2002.
- [13] Segundo Congreso Nacional de Ciencias de la Computación. "Retos en las Tecnologías de Información". PP 350-352. Noviembre 2004.
- [14] Secretaría de Educación Pública. "Educación Básica PRIMARIA Plan y programas de estudio". 1993.
- [15] Secretaría de Educación Pública. "Matemáticas : Segundo grado". Comisión nacional de libros de texto gratuitos. Cuarta edición revisada, 2001.
- [16] Vygotsky, Lev. "El papel del juego en el desarrollo del niño". PP 65.

URLS

- [URL1] ArithmeFish. <http://www.acrodesigntech.com/products.html>. Consultado Diciembre del 2006.
- [URL2] Bunny Math. <http://www.wagware.com/bunnymath.htm>. Consultado Diciembre del 2006.
- [URL 3] Contexto Educativo – Revista digital de Educación y Nuevas Tecnologías. <http://contexto-educativo.com.ar/2002/4/nota-09.htm>. Consultado en Junio del 2006.
- [URL4] Edunova : Soluciones Educativas. <http://edunova.cl/> Consultado en Junio del 2006.
- [URL5] Flood, Kevin. Game Unified Process - GameDev.net. <http://www.gamedev.net/reference/articles/article1940.asp>. Consultado el 10 de Noviembre del 2006.
- [URL6] Fraction Math Time V1.2.2. <http://www.beret.com/fraction.php>. Consultado Diciembre del 2006.
- [URL7] GapiDraw <http://www.gapidraw.com/docs/gapidraw/36/index.html>. Consultado Enero 2007.
- [URL8] Handheld Learning Resource (Handler) Project <http://www.eee.bham.ac.uk/handler/default.asp>. Consultado en Junio del 2006
- [URL9] Herbert's Math Time Version 3.3. <http://www.beret.com/mathtime.php>. Consultado Diciembre del 2006.
- [URL10] IBM Ease of Use – User Centered Design. <http://www-03.ibm.com/easy/page/570>. Consultado Diciembre del 2006.
- [URL11] Instituto de la Educación Básica del Estado de Morelos. PRONALEES. http://www.iebem.edu.mx/index.php?action=print&art_id=57. Consultado en septiembre de 2006.
- [URL12] Math124 Kids Math and Count 2.0. www.antiochbell.com/detail.php?id=5. Consultado Diciembre del 2006.
- [URL13] Math Class. <http://myweb.cableone.net/mmkevans1/EvansSoft/mc/mc.htm>. Consultado Diciembre del 2006.
- [URL14] Statistical Computation Lab, Department of Statistics. Western Michigan University. Business Statistics . <http://www.stat.wmich.edu/s216/book/book.html>. Consultado el 25 de Octubre del 2006.
- [URL15] Secretaría de Educación Pública. http://www.sep.gob.mx/wb2/sep/sep_Programa_Enciclomedia. Consultado en Diciembre de 2006.
- [URL16] User-Centered Design Process. <http://www.grc.nasa.gov/WWW/usability/processcss.html>. Consultado Diciembre del 2006.