



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

“HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE PARA EL APOYO DE LAS
MATEMÁTICAS DE PRIMER GRADO DE PRIMARIA
UTILIZANDO DISPOSITIVOS MÓVILES”

TESIS:
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

PRESENTA:
GERARDO IVÁN CALVO LARUMBE

DIRECTOR DE TESIS:
M.C. GABRIEL GERÓNIMO CASTILLO

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA. FEBRERO DE 2006.

A mis padres y hermana por brindarme
su amor y apoyo en todo momento.

Agradecimientos

A Dios por permitirme llegar a este momento.

A mi asesor y amigo M.C. Gabriel Gerónimo Castillo por su apoyo y consejos durante el desarrollo de este trabajo de tesis.

A mis sinodales M.C. Mario A. Moreno Rocha, M.C. Ricardo Ruiz Rodríguez y M.C. Everth H. Rocha Trejo por el tiempo dedicado a la revisión del documento.

A José Antonio Chaparro Galaor por su valiosa colaboración en el diseño de los personajes del juego.

A G.R. Moore de Pocket PC Studios por su asesoría en el manejo de GapiDraw.

A los profesores y alumnos de la escuela primaria General Lázaro Cárdenas de la ciudad de Huajuapán de León por su colaboración en diferentes fases de este proyecto.

Al M.C. Mario Moreno Rocha por las facilidades prestadas para el uso del UsaLab y del LIDIS.

Contenido

Lista de Figuras	i
Lista de Tablas.....	iii
1. Panorama General	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Propuesta de tesis	3
1.2.1. Objetivos.....	3
1.3. Ejes en la enseñanza de las matemáticas.....	3
1.3.1. Los números, sus relaciones y sus operaciones.....	3
1.3.2. Medición.....	4
1.3.3. Geometría	4
1.3.4. Procesos de cambio	4
1.3.5. Tratamiento de la información	4
1.3.6. Predicción y azar	5
1.4. Problema a resolver	5
2. Usabilidad de PDAs con niños	9
2.1. Introducción.....	9
2.2. Atributos básicos de la usabilidad	9
2.3. Importancia de la usabilidad.....	10
2.4. Pruebas de usabilidad	11
2.4.1. Roles en una prueba de usabilidad	11
a) Facilitador.....	11
b) Observadores.....	11
c) Usuarios.....	11
2.5. Puntos a considerar en las pruebas de usabilidad con niños	12
2.5.1. Preparación y planeación.....	12
2.5.2. Preámbulo a las pruebas	13
2.5.3. Desarrollo de la prueba.....	13
2.5.4. Finalización de la prueba.....	13
2.6. Pruebas de usabilidad con niños para la identificación del dispositivo.....	13
2.6.1. Fases observadas	14
2.6.2. Resultados.....	16
3. Análisis y Diseño del software educativo	18
3.1. Modelo de desarrollo	18
3.2. Concepción y especificación del juego desarrollado.....	19
3.2.1. Actividades del eje Tratamiento de la Información.....	19
3.3. Guía de Arte para el desarrollo del juego	21
3.3.1. Resultados de las encuestas contextuales.....	21
3.4. Guía de Historia para el desarrollo del juego	24
3.5. Especificaciones técnicas	26
3.5.1. Descripción funcional de la aplicación.....	26
3.5.2. Requerimientos del sistema	27
3.5.3. Restricciones.....	27
3.5.4. Diagramas de casos de uso	27
3.5.5. Especificación de casos de uso	29
a) Caso de Uso: Iniciar Partida Nueva	29
b) Caso de Uso: Continuar Partida	31

c) Caso de Uso: Jugar	33
d) Caso de Uso: Consultar Puntos	36
e) Caso de Uso: Guardar	38
4. Implementación del software educativo	39
4.1. Leguaje de Programación	39
4.2. Implementación de los gráficos del juego	39
4.3. Funcionamiento de GapiDraw	40
4.4. Manejo de Base de Datos en PalmOS	42
4.4.1 Operaciones con Bases de Datos en CodeWarrior	42
4.5. Implementación de la clase Imagen	43
4.6. Descripción Funcional	44
4.7. Módulo Iniciar Partida	44
4.8. Módulo Consultar Puntos	47
4.9. Módulo Continuar Partida	49
4.10. Módulo Jugar	50
4.10.1. Agregar nuevos escenarios al sistema	55
4.11. Módulo Guardar	55
5. Pruebas de usabilidad para la evaluación del juego educativo desarrollado	56
5.1. Introducción	56
5.2. Acondicionamiento en la escuela primaria	57
5.3. Tareas de las pruebas de usabilidad	58
5.4. Resultados de las pruebas de usabilidad	59
5.5. Correcciones al sistema	59
6. Conclusiones y Trabajo Futuro	61
Referencias	63
Bibliografía	63
URLS	63

Lista de Figuras

Figura 1.1. Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra.....	5
Figura 1.2. Años de experiencia de los profesores encuestados.....	6
Figura 1.3. Eje en el que los niños presentan mayor dificultad de aprendizaje.....	7
Figura 1.4. Subtema del eje tratamiento de la información en el que presentan mayor dificultad.....	7
Figura 2.1. UsaLab con ambiente amigable	15
Figura 2.2. Eligiendo dispositivo.....	15
Figura 2.3. Explicando el uso del dispositivo.....	16
Figura 2.4. Primera Elección del dispositivo.....	16
Figura 2.5. Palm Zire 71	16
Figura 2.6. Tendencia de uso de los dispositivos.....	17
Figura 3.1. Ilustración para la actividad ¡Cuéntalos!	19
Figura 3.2. Personajes para el niño y la niña en las pruebas contextuales.....	21
Figura 3.3. Primera selección del personaje niño.....	22
Figura 3.4. Segunda selección del personaje niño.....	22
Figura 3.5. Personaje final niño.....	22
Figura 3.6. Primera selección del personaje niña.....	23
Figura 3.7. Segunda selección del personaje niña.....	24
Figura 3.8. Personaje final niña.....	24
Figura 3.9. Bosquejo de la pantalla de introducción al sistema.....	25
Figura 3.10. Bosquejo de la pantalla del menú principal.....	25
Figura 3.11. Bosquejo de la pantalla de selección de personaje.....	25
Figura 3.12. Bosquejo de la pantalla introducción del nombre.....	25
Figura 3.13. Bosquejo del mapa principal del juego.....	26
Figura 3.14. Bosquejo de la pantalla los diferentes escenarios.....	26
Figura 3.15. Diagrama de casos de uso.....	28
Figura 3.16. Diagrama de secuencia - Iniciar Partida Nueva.....	30
Figura 3.17. Diagrama de secuencia - Continuar Partida.....	32
Figura 3.18. Diagrama de secuencia - Jugar.....	35
Figura 3.19. Diagrama de secuencia – Consultar Puntos.....	37
Figura 3.20. Diagrama de secuencia - Guardar.....	38
Figura 4.1. Pantalla de la introducción al sistema.....	40
Figura 4.2. Pantalla del Menú Principal de la aplicación.....	40
Figura 4.3. Clases de las librerías GapiDraw.....	40
Figura 4.4. Módulos del sistema y sus relaciones.....	44
Figura 4.5. Pantalla de Selección de Personaje.....	45
Figura 4.6. Pantallas de Selección de Nombre.....	46
Figura 4.7. Pantalla de Consultar Puntos.....	47
Figura 4.8. Pantalla de Puntos Específicos.....	49
Figura 4.9. Pantalla de Continuar Partida.....	50
Figura 4.10. Mapa del Juego.....	51
Figura 4.11. Pantallas de Escenarios del Juego.....	52
Figura 4.12. Actividades del Escenario Mercado.....	52
Figura 4.13. Actividades del Escenario Juguetería.....	53
Figura 4.14. Actividades del Escenario La Playa.....	53
Figura 4.15. Resumen de Calificaciones.....	54
Figura 5.1. Grupo de segundo grado de primaria.....	56
Figura 5.2. Usuarios en el UsaLab.....	57

Figura 5.3. Acondicionamiento de la biblioteca de la escuela primaria.....	57
Figura 5.4. Menú Inicial.	60
Figura 5.5. Actividad Castillo de Arena.	60

Lista de Tablas

Tabla 1.1. Muestra de escuelas.....	6
Tabla 3.1. Fases del GUP.	18
Tabla 3.2. Actividad de la Balanza.....	20
Tabla 3.3. Actividad ¿Cuántas ventanas puedes hacer?	20
Tabla 3.4. Colores preferidos por los niños y niñas.	23
Tabla 3.4. Requerimientos mínimos del sistema.	27
Tabla 4.1. Descripción de clases de GapiDraw	41
Tabla 4.2. Métodos de la clase Imagen	43
Tabla 4.3. Atributos de la clase Imagen	43

CAPÍTULO 1
Panorama General

1.1. Introducción

La alfabetización ha sido un problema importante de educación en México, lo que ha ocasionado un alto índice de reprobación y deserción en los primeros grados de la educación básica. Esto trae consecuencias económicas a la Secretaría de Educación Pública (SEP) y en los niños genera cierta antipatía por el estudio, lo cual puede llegar a afectar su desempeño en grados posteriores. Años atrás se consideraba como la causa de este problema a los alumnos, y a los repetidores se les tomaba como niños con problemas de aprendizaje y se les trataba como tales; pero el problema no radica en los alumnos, sino en las metodologías aplicadas [URL12].

En la actualidad la tecnología poco a poco se ha ido incorporando en la mayoría de los aspectos de nuestra vida cotidiana. En el ámbito educativo mexicano paulatinamente se han ido introduciendo computadoras personales como herramientas educativas para los estudiantes y profesores, lo cual ha permitido inculcar esta cultura tecnológica a los niños. Actualmente el gobierno federal está integrando nuevas tecnologías de la información y comunicación en los procesos de enseñanza aprendizaje a través del programa de Enciclomedia [URL14]. Dispositivos móviles como laptops, celulares, PDAs (*Personal Digital Assistants*) van ganando año tras año un mayor número de usuarios a lo largo del planeta. Día a día nuevas personas se van introduciendo en el mundo de los PDAs, ya que su portabilidad, costo, facilidad de uso y funciones que pueden realizar los hacen aplicables en la mayoría de las tareas cotidianas. Se pueden utilizar para tomar notas, labores de organización, ocio, diversión, bases de datos, lectura digital, email e internet, entre otras múltiples aplicaciones. Estadísticas muestran un gran crecimiento en el uso de dispositivos móviles en toda Latinoamérica, de un 28.92 millones de usuarios en el año 2004 a un 74.25 millones en el 2005 [URL1].

Al analizar las características de los PDAs cabe hacerse la pregunta ¿sería factible introducir PDAs para apoyar la educación?, es más, ¿en la educación básica?.

Una de las ventajas de hacer esto es el costo de los dispositivos, ya que por el precio de una computadora personal se pueden comprar al menos tres PDAs, en los cuales se pueden instalar diversas aplicaciones para ayudar a los alumnos y profesores en sus tareas diarias. Por ejemplo, se pueden instalar aplicaciones para Ebooks y así los niños podrían leer tanto libros como apuntes del maestro, así como juegos educativos para que los niños ejerciten los diferentes temas que imparte el profesor.

En México a partir de la década de los 80s se han desarrollado e implantado diferentes propuestas para solucionar los problemas de reprobación y deserción, entre los que destaca el PRONALEES (*Programa Nacional para el Fortalecimiento de la*

Lectura y la Escritura). Este programa ha pasado por tres etapas para llegar a lo que actualmente representa; estas etapas están representadas por diferentes propuestas, la primera llamada IPALE (*Implantación de la Propuesta para el Aprendizaje de la Lengua Escrita*), la segunda llamada PALEM (*Propuesta para el Aprendizaje de la Lengua Escrita y la Matemática*) y la etapa actual el PRONALEES.

IPALE surge en la década de los 80s como una propuesta para resolver la problemática de los métodos de enseñanza inadecuados utilizados por los profesores. La mayor parte de los profesores enseñaban con el método o forma de educación que les parecía más adecuado o más fácil y al que estaban más acostumbrados; por esta razón, no había ninguna homogeneidad en la forma de enseñanza. A los profesores sólo les preocupaba que sus alumnos pudieran descifrar y pronunciar las palabras, pero no consideraban importante la comprensión. Al ver esta problemática y para evitar que los niños aprendieran mecánicamente a leer y a escribir se propone que es necesario que los profesores supieran el proceso que siguen los niños para el aprendizaje de la lectura [URL17].

PALEM nace a principios de la década de los 90s como una alternativa pedagógica para abordar la enseñanza de la lectura, escritura y matemáticas, para elevar la calidad de la educación, y abatir los grandes índices de reprobación y deserción escolar.

Esta propuesta busca una capacitación de los profesores para considerar, analizar, profundizar, explicar y fundamentar los contenidos teóricos en la estructura conceptual, cognoscitiva y metodológica [URL13].

El programa PRONALESS surge para evitar la eficiencia mecánica de la lectura, y buscar básicamente el logro de la comprensión lectora y, de esta manera, desarrollar un pensamiento lógico, desarrollar posibilidades de expresión oral y escrita, lograr que los niños aprendan a comunicarse y aprendan “más que nada a pensar”, y a utilizar sus conocimientos, lo cual va a lograr que llegue a ser una persona crítica y reflexiva, con interés en saber, investigar y aprender más y no conformarse con lo que ya conoce o le enseñan.

La implantación de este programa se ha logrado mediante la reelaboración de los programas de los diferentes grados de la educación básica, así como de los libros de texto (tanto para alumnos como para profesores) y capacitación a profesores. El elaborar los libros para el maestro fue muy importante, ya que por primera vez los profesores contaron con apoyos para utilizar los materiales que reciben los alumnos. En cada libro se explica detenidamente cada una de las lecciones, el objetivo a alcanzar y los medios para lograrlo.

1.2. Propuesta de tesis

En la actualidad se tiene contacto con diferentes dispositivos móviles, como son teléfonos celulares, laptops, pocket PCs, Palms, asistentes digitales, etc., cada vez es más familiar tanto para adultos y adolescentes como para los niños utilizar estos dispositivos. De igual forma los niños están familiarizados con video juegos, utilizándolos en diferentes dispositivos como son Xbox, PlayStation, GameBoy, Nintendo, etc. La propuesta de este proyecto de tesis es unir la tecnología inalámbrica y los juegos para ser un auxiliar en el aprendizaje de alguno de los temas de matemáticas en el eje de enseñanza que cause más problemas a los niños que cursan el primer grado de primaria.

1.2.1. Objetivos

El objetivo general del proyecto de tesis es desarrollar aplicaciones en dispositivos móviles para el apoyo en la enseñanza de las matemáticas en el primer año de primaria.

Los objetivos particulares que sigue el desarrollo de este proyecto son:

1. Identificar el eje y el subtema de enseñanza de las matemáticas de primer grado de primaria en el cual los niños presentan mayor dificultad de aprendizaje.
2. Identificar el dispositivo móvil adecuado para los niños a este nivel de escolaridad.
3. Desarrollo de la aplicación para el problema identificado en el objetivo particular 1 utilizando el dispositivo identificado en el objetivo particular 2 utilizando la metodología UCD (*User-Centred Design*).

1.3. Ejes en la enseñanza de las matemáticas

Los programas actuales de los diferentes grados de la educación básica en México dividen la enseñanza de las matemáticas en seis ejes [9]: 1) los números, sus relaciones y sus operaciones, 2) medición, 3) geometría, 4) procesos de cambio, 5) tratamiento de la información y, 6) predicción y azar.

1.3.1. 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 más cabalmente el significado de los números y de los símbolos que los representan y puedan utilizarlos como herramientas para solucionar diversas situaciones

problemáticas. Dichas situaciones 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 [9].

1.3.2. 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.

1.3.3. 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.

1.3.4. Procesos de cambio

El desarrollo de este eje se inicia con situaciones sencillas en el cuarto grado y se profundiza en los dos últimos grados de la educación primaria. En este eje se abordan fenómenos de variación proporcional. El eje conductor está conformado por la lectura, elaboración y análisis de tablas y gráficas donde se registran y analizan procesos de variación. Se culmina con las nociones de razón y proporción, las cuales son fundamentales para la comprensión de varios tópicos matemáticos y para la resolución de muchos problemas que se presentan en la vida diaria.

1.3.5. 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 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.

1.3.6. Predicción y azar

En este eje se pretende que, a partir del tercer grado, los alumnos exploren situaciones donde el azar interviene y que desarrollen gradualmente la noción de la probabilidad de que ocurran diferentes eventos.

1.4. Problema a resolver

Los temas en la enseñanza de matemáticas en el primer grado de educación primaria está dividida en los siguientes ejes: 1) los números, sus relaciones y sus operaciones, 2) medición, 3) geometría y 4) tratamiento de la información. La aplicación a realizar se va a enfocar en el eje y subtema en el cual los niños presentan mayor dificultad de aprendizaje. Para poder identificarlo fue necesario realizar una serie de encuestas a los profesores de las diferentes escuelas primarias del municipio de Huajuapán de León, Oaxaca. El número de escuelas primarias del municipio de Huajuapán de León es de 27 [URL15], pero al ser la aplicación enfocada a niños entre 6 y 7 años, fueron eliminadas las escuelas para la educación de los adultos y escuelas que desaparecieron o se fusionaron con otras, de esta forma el tamaño final de nuestro universo quedó de 24 escuelas. Después de esto, se determinó la muestra a la cual se le iba a aplicar la encuesta. El cálculo del tamaño de la muestra se puede realizar mediante dos fórmulas distintas, según se trate de una población finita o infinita. En este caso, se utilizó la fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra para problemas finitos [3], la cual se puede observar en la Figura 1.1. Donde σ representa el nivel de confianza, N el universo o población, p la probabilidad a favor, q la probabilidad en contra, e el error de estimación, y n el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{\sigma^2 Npq}{e^2(N-1) + \sigma^2 pq}$$

Figura 1.1. Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra.

Al aplicar esta fórmula con $\sigma^2=1.96$ (95%), $N=24$, $p=q=50\%$, $e=10\%$ se obtuvo que el tamaño de la muestra debería ser de 16 escuelas. Las escuelas seleccionadas aleatoriamente para el levantamiento de encuestas se muestran en la Tabla 1.1. Una vez obtenida la muestra fue necesario realizar el levantamiento de encuestas al cuerpo de profesores que imparten el primer grado de cada una de las escuelas de la muestra.

Tabla 1.1. Muestra de escuelas.

	Nombre de la escuela
1	Manuel González Gática
2	Mundo Mágico
3	General Antonio de León
4	Bernal Díaz del Castillo
5	Colegio Teresa Martín
6	Anton S Makarenko
7	21 de Marzo
8	23 de Julio
9	Año de Juárez
10	Coronel Valerio Trujano
11	Emiliano Zapata
12	Ignacio Manuel Altamirano
13	Maestro Justo Sierra
14	Presidente Lázaro Cárdenas
15	Trabajadores del Campo
16	Valentín Gómez Farías

En las encuestas realizadas se les preguntó a los profesores acerca de sus años de experiencia impartiendo el primer grado de primaria, esto con la finalidad de poder tomar su opinión como válida. Se les preguntó acerca de cuál era el eje y el subtema de dicho eje en el cual los niños presentan una mayor dificultad de aprendizaje y se les pidió su opinión acerca de la posibilidad de auxiliar en el aprendizaje de este eje por medio de un juego en PDA.

Una vez terminado el levantamiento de encuestas se realizó un análisis de los resultados obtenidos. La mayoría de los profesores encuestados contaban con una experiencia profesional de uno a cinco años, como lo muestra la Figura 1.2.

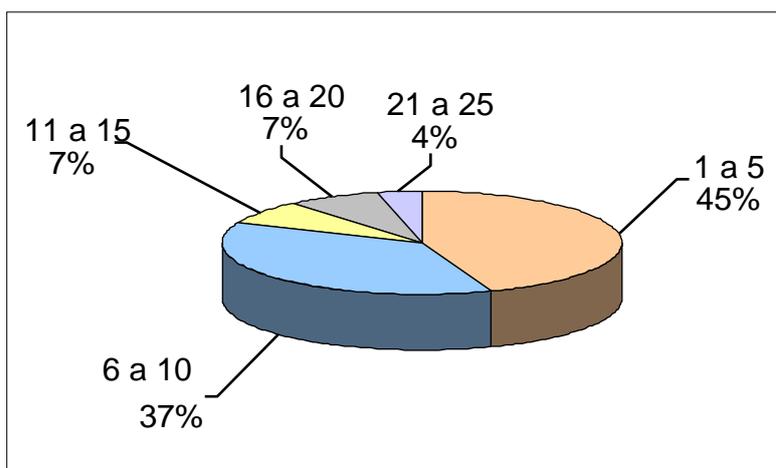


Figura 1.2. Años de experiencia de los profesores encuestados.

De los ejes enfocados a matemáticas que se imparten en el primer grado de primaria en el cual los niños muestran mayor dificultad de aprendizaje se detectó que es el de tratamiento de la información (Ver Figura 1.3.). De los subtemas tratados en este eje (Ver Figura 1.4) en el que presentan mayor dificultad los niños es en el de resolución de problemas y elaboración de preguntas sencillas, pero algunos profesores mencionan que los dos subtemas se les dificultan por igual.

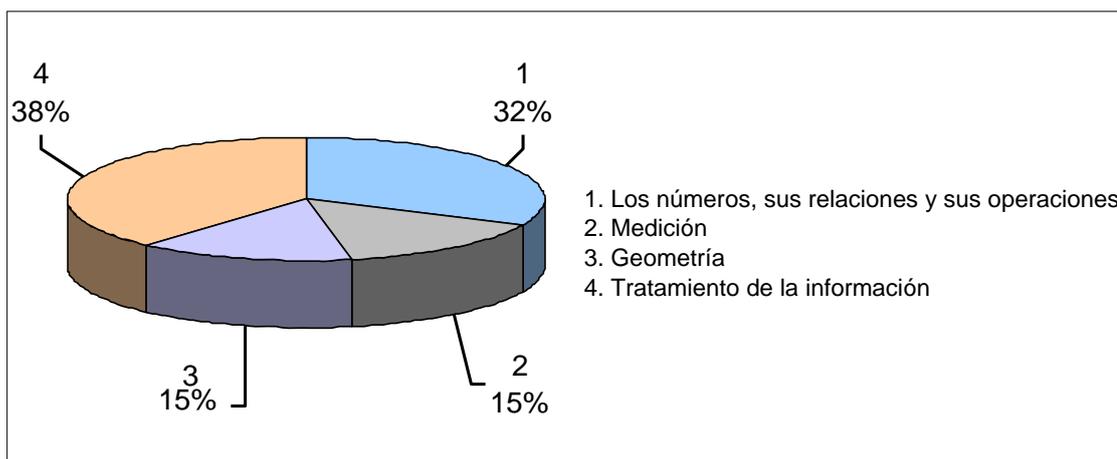


Figura 1.3. Eje en el que los niños presentan mayor dificultad de aprendizaje

Cuando a los niños se les dificulta el aprendizaje los profesores utilizan diferentes herramientas y métodos de enseñanza para lograr que estos asimilen de mejor forma el conocimiento. La metodología más utilizada por los profesores de las diferentes instituciones es el método inductivo, el cual consiste en partir de lo particular a lo general. Otros métodos utilizados son el onomatopéyico, el cual se basa en sonidos, y el constructivista, que se basa en la teoría psicogenética, la cual utiliza como principio que el niño es capaz de intuir por sí mismo.

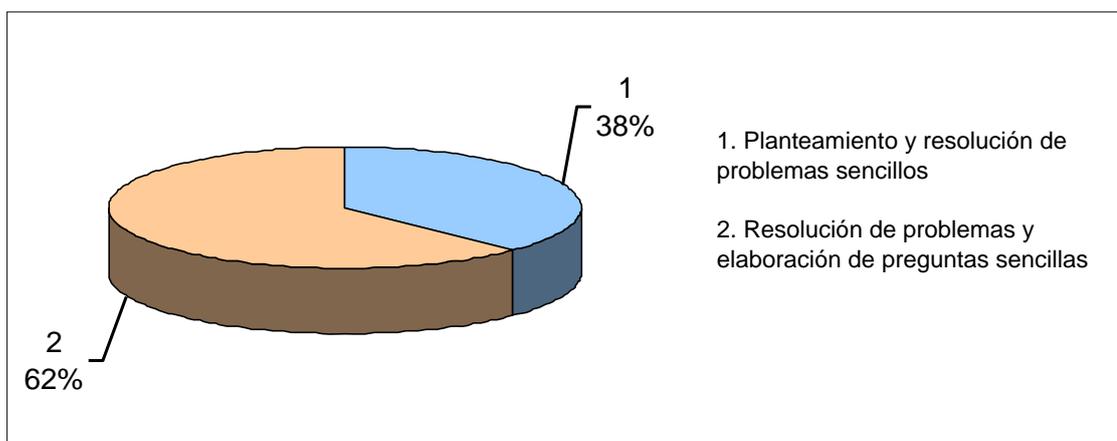


Figura 1.4. Subtema del eje tratamiento de la información en el que presentan mayor dificultad.

Las herramientas auxiliares utilizadas son material concreto y objetivo, juegos y actividades para que manipulen e interactúen con su medio, de tal forma se motivan y aprenden con mayor facilidad. Algunos profesores mencionan que los niños aprenden más y asimilan mejor los temas si el material se mantiene visible dentro del salón de clases.

Todos los encuestados afirman que es viable enseñar estos temas por medio de un juego de computadora, ya que en la actualidad a los niños les llama mucho la atención la tecnología y los nuevos dispositivos que van surgiendo. Así mismo, mencionan que al realizar un juego educativo como herramienta de apoyo, les llamarían más la atención los temas de estudio y tendrían más interés, lo cual facilitaría el aprendizaje y la comprensión de estos. Aunque la gran mayoría de los encuestados no conocían los PDAs, se vieron interesados en el momento en que se les presentó el dispositivo y consideraron como muy buena idea el desarrollo de los juegos en estos dispositivos.

Después de analizar los resultados arrojados por las encuestas se ha logrado dar solución al primer objetivo particular de esta tesis, ya que se identificó que los niños de primer grado presentan mayor dificultad de aprendizaje en el eje de tratamiento de la información y el subtema de resolución de problemas y elaboración de preguntas sencillas.

CAPÍTULO 2

Usabilidad de PDAs con niños

2.1. Introducción

En el proceso de desarrollo de un sistema, producto o servicio está siempre involucrada la palabra usabilidad, lo primero que llega a la mente al escuchar este término es el potencial o las posibilidades de uso de un producto, pero su definición va más allá de su significado literal, entonces ¿qué es la usabilidad?, ¿qué la hace tan importante en el proceso de desarrollo?, ¿qué beneficios trae?.

De acuerdo a la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) usabilidad puede definirse de dos formas [URL3]:

- La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso (ISO/IEC 9126).
- Usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico (ISO/IEC 9241).

En ambas definiciones se liga la usabilidad de un sistema a usuarios, necesidades y condiciones específicas, por lo tanto, la usabilidad del sistema no es un atributo inherente al producto, no puede especificarse independientemente del entorno de uso y de los usuarios concretos que vayan a utilizar el sistema [URL5]. De igual forma el producto no es en ningún caso intrínsecamente utilizable, sólo tendrá la capacidad de ser usado en un contexto particular y por usuarios particulares. En otras palabras, la usabilidad no puede ser valorada estudiando un producto de manera aislada [URL9].

2.2. Atributos básicos de la usabilidad

La usabilidad es una cualidad demasiado abstracta como para ser medida directamente. Para poder estudiarla se descompone habitualmente en los siguientes atributos básicos [URL5] [8]:

1. Facilidad de aprendizaje: El sistema debe ser fácil de aprender para que el usuario pueda rápidamente utilizarlo para realizar alguna tarea. Este es uno de los atributos fundamentales de la usabilidad, ya que la primera experiencia que la mayoría de las personas tiene con un nuevo sistema es aprender a usarlo. Dicha facilidad de aprendizaje se mide normalmente por el tiempo empleado en

- el sistema hasta ser capaz de realizar ciertas tareas en menos de un tiempo dado (el tiempo empleado habitualmente por los usuarios expertos).
2. Eficiencia de uso: La eficiencia se refiere al número de tareas que el usuario puede realizar en el sistema en un tiempo determinado. En este atributo de la usabilidad lo que se busca es la máxima velocidad de realización de tareas del usuario. Cuanto mayor es la usabilidad de un sistema, más rápido es el usuario al utilizarlo, y el trabajo se realiza con mayor rapidez.
 3. Recuerdo en el tiempo: Los usuarios que no utilizan el sistema regularmente deben ser capaces de usar el sistema sin tener que aprender cómo funciona partiendo de cero cada vez. Este atributo refleja el recuerdo de los usuarios acerca de cómo funciona el sistema, cuando vuelven a utilizarlo después de un cierto periodo.
 4. Tasa de errores: Este atributo contribuye de forma negativa a la usabilidad de un sistema, se refiere al número de errores cometidos por el usuario mientras realiza una determinada tarea. Un buen nivel de usabilidad implica una tasa de errores baja. Los errores reducen la eficiencia y satisfacción del usuario, y pueden verse como un fracaso en la explicación del modo de hacer las cosas en el sistema.
 5. Satisfacción: El sistema debe ser placentero de usar para el usuario. Este atributo es subjetivo, ya que es la impresión que el usuario obtiene del sistema.

2.3. Importancia de la usabilidad

La importancia de la usabilidad cae en todas las etapas del proceso de desarrollo, implicando una reducción en los costos y tiempos de desarrollo totales, evitando también el sobrediseño y el número de cambios posteriores requeridos en el producto. En la etapa de mantenimiento los sistemas que son fáciles de usar requieren menos entrenamiento, menos soporte para el usuario y menos mantenimiento. En la etapa de uso, los sistemas que mejor se ajustan a las necesidades del usuario mejoran la productividad y la calidad de las acciones y las decisiones. Los sistemas más fáciles de utilizar reducen el esfuerzo y permiten a los trabajadores manejar una variedad más amplia de tareas. En cambio, los sistemas difíciles de usar disminuyen la salud, bienestar y motivación y pueden incrementar el absentismo. Tales sistemas suponen pérdidas en los tiempos de uso y no son explotados en su totalidad en la medida en que el usuario pierde interés en el uso de las características avanzadas del sistema, que en algunos casos podrían no utilizarse nunca. Así mismo brinda una mejora en la calidad del producto ya que se producen productos de mayor calidad de uso, más competitivos en un mercado que demanda productos de fácil uso [URL7].

2.4. Pruebas de usabilidad

Una de las formas más utilizadas para evaluar la usabilidad de un sistema, producto o servicio son las pruebas de usabilidad. Estas consisten en presentar al usuario una serie de tareas a realizar, y pedirle que las realice con el prototipo del sistema. Las acciones y comentarios de usuario se recopilan para un análisis posterior. Para conseguir resultados fiables, las condiciones de la prueba y del lugar donde ésta se realiza deben ser lo más parecidas posibles al entorno de uso previsto para el sistema. Para conocer el nivel de usabilidad de un sistema se deben de realizar las pruebas con usuarios reales [URL5].

2.4.1. Roles en una prueba de usabilidad

Dentro de las pruebas de usabilidad realizadas en un laboratorio, existen tres roles importantes, el facilitador, los observadores y los usuarios; no restándole méritos al escenario donde se desarrollaran las pruebas. A continuación se describen brevemente los actores típicos involucrados en las pruebas de usabilidad.

a) Facilitador

Esta persona tiene un papel muy importante dentro de la prueba de usabilidad, ya que es la encargada de guiar al usuario dentro de la misma, indicándole las tareas que debe de realizar. No es necesario que este conozca cómo fue implementado el sistema, pero debe de tener una idea clara de la totalidad del sistema y saber como resolver los errores que puede presentar [8].

b) Observadores

Este grupo está compuesto por una serie de personas conocedoras del sistema, producto o servicio a evaluar y deben tener una idea completa de las tareas que los usuarios van a desarrollar en el transcurso de la prueba. Su función es prestar atención a las acciones, comportamientos, gestos, emociones, y otras características que los usuarios presenten en la realización de cada una de las tareas que desarrolla durante la prueba de usabilidad, hacer anotaciones y formular comentarios acerca de lo observado. Los miembros de este grupo se colocan en el área de observación del laboratorio, detrás de un vidrio semipermeable (vidrio espejo).

c) Usuarios

Este grupo está compuesto por las personas que van a probar el sistema, producto o servicio a evaluar durante todo el transcurso de la prueba. Para obtener buenos resultados dentro en la observación de la usabilidad son suficientes cinco usuarios [URL10]. Este grupo debe de estar compuesto por usuarios reales del producto a evaluar

para no obtener datos erróneos que puedan ocasionar la modificación del mismo y/o alterar el proceso de desarrollo.

2.5. Puntos a considerar en las pruebas de usabilidad con niños

Para el desarrollo de aplicaciones y la elección de algún dispositivo para su programación es necesario tomar en cuenta a los usuarios finales, en este caso niños. Esto se logra mediante estudios de usabilidad, en los cuales mediante la observación se puede obtener información fundamental para el proceso de diseño, así también se pueden resolver problemas de usabilidad del producto. Las pruebas de usabilidad son cruciales y se necesitan enfocar los esfuerzos en las necesidades e intereses de los niños, las habilidades físicas de los niños, su estilo de juego y otras capacidades cognitivas [4]. Tomando como base la investigación “*Guidelines for Usability Testing with Children*” de Libby Hanna [5] tenemos la siguiente clasificación de rangos de edades de los niños: de 2 a 5 años, de 6 a 10 y de 11 a 14 años. Cada uno de los cuales tiene diferentes características, las cuales se tienen que considerar para diseñar las pruebas.

Como la aplicación que se busca desarrollar está enfocada a niños que cursan el primer grado de primaria, entonces se deben de considerarse las características del segundo rango, ya que estos tienen una edad de entre los 6 y 7 años. A esta edad es fácil aplicarles pruebas de usabilidad, pues los niños son capaces de hacer tareas y seguir las instrucciones de un adulto, además de enfrentarse con facilidad a cosas nuevas. Son capaces de contestar preguntas, pero algunos pueden ser tímidos para responder.

El proceso del desarrollo de una prueba de usabilidad se puede dividir en cuatro partes: 1) preparación y planeación, 2) introducción, 3) desarrollo de la prueba y 4) terminación de la prueba. Para cada una de las cuales hay que considerar diferentes aspectos cuando se trata de niños.

2.5.1. Preparación y planeación

Esta parte comprende los arreglos que se le deben hacer al laboratorio para realizar la prueba, así como también la planeación de horarios. Como en este caso los sujetos de prueba son niños se debe de acondicionar el laboratorio para que sea más “amigable” con ellos. Esto se puede lograr colocando posters coloridos en las paredes, entre otras cosas, pero hay que tener cuidado de no exagerar, ya que no debe ser un distractor del niño en el transcurso de la prueba. Se debe de hacer un arreglo del equipo para que el niño no se encuentre de frente a la cámara de video o al vidrio semipermeable. La duración de las pruebas no debe ser mayor a una hora, ya que un niño se fatiga después de este tiempo. Así mismo se debe de hacer una buena planeación del horario de pruebas, y no saturar el día de pruebas, ya que el hacer pruebas con niños es más desgastante que hacerlas con adultos. Es conveniente cambiar el orden de las tareas de

prueba a prueba, ya que un niño al estar cansado, puede responder de manera diferente a las últimas pruebas.

2.5.2. Preámbulo a las pruebas

Es importante desarrollar una relación con los niños, esto se puede lograr con una pequeña plática previa. De igual forma se le debe de explicar los términos de confidencialidad (tanto a los niños como a los padres), y un aspecto importante es enfatizarle la trascendencia de su papel dentro del proceso, así como de la información que puede proporcionar. De la misma manera es importante darle un recorrido alrededor del laboratorio a los niños y a sus padres, y explicarle el por qué hay gente atrás del vidrio.

Se debe tomar en cuenta también la compañía que va a tener el niño en la prueba. Hay niños que se pueden sentir incómodos, así que muchas veces es necesario un apoyo adicional de los padres, y si los niños lo desean se les debe permitir sentarse en las piernas de sus padres.

2.5.3. Desarrollo de la prueba

Se debe de asegurar que los niños entienden lo que se les pidió y reindicar la tarea si es que se ven indicios que perdió el seguimiento de la misma. Se le debe indicar gentilmente que preste atención si es que se comienza a distraer con los elementos que lo rodean. Si el niño tiene problemas de lectura de letras y números, el facilitador debe de leer para él. Se debe mantener a los niños motivados, estimulándolos con comentarios alentadores si es que se sienten que fallaron en alguna de las pruebas. Si la prueba dura más de 45 minutos, es conveniente tomar un pequeño descanso, para no fatigar a los niños.

2.5.4. Finalización de la prueba

Es muy importante observar los signos de comportamiento, como sonrisas, bostezos, intenciones de seguir por su cuenta, pérdida de atención, entre otras, ya que al hacerles preguntas muchas veces los niños van a contestar que todo estuvo bien con tal de hacer sentir bien al facilitador. Después de la prueba es conveniente darle una recompensa para agradecerle su participación, como un caramelo o golosina.

2.6. Pruebas de usabilidad con niños para la identificación del dispositivo

Uno de los objetivos particulares de este trabajo de tesis es la de identificar el dispositivo móvil adecuado para niños que cursan el primer grado de primaria. Para lograr esto fue necesario realizar pruebas de usabilidad con niños entre 6 y 7 años con diferentes dispositivos. Existen ocho tipos de perfiles de usuarios, y cuatro niveles o

gamas de dispositivos (gama baja, media, media-alta y alta) [URL11]. Para la realización de estas pruebas se utilizó un dispositivo de cada una de las tres primeras gamas: una Palm Zire 71, una Palm Tungsten T y una Pocket PC; ya que éstas son las apropiadas para el grupo de usuarios objetivo, dado que no necesitan utilizarlos para comunicación, una característica fundamental de un dispositivo de gama alta.

Jakob Nielsen manifiesta que con cinco usuarios sometidos a las pruebas de usabilidad se puede llegar a buenos resultados en la observación de la usabilidad [URL10]. Para motivo de estas pruebas se trabajó con seis usuarios, tres niños y tres niñas, para tener un balance en el género. La muestra tomada de los niños fue en forma aleatoria, es decir, no asisten a las mismas escuelas, ni son conocidos entre sí. Cabe hacer notar que ninguno de los niños había utilizado algún PDA.

2.6.1. Fases observadas

Las pruebas realizadas se llevaron a cabo en el UsaLab (Laboratorio de Usabilidad) de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, siguiendo las pautas y recomendaciones tratadas en la sección 2.3.2. Dicho laboratorio fue acondicionado para tener un ambiente agradable para los niños. En el desarrollo del proceso de evaluación de la usabilidad de los PDAs se notaron las siguientes fases.

- Primera fase, *romper el hielo*, se trata de eliminar la presión al niño, teniendo una precharla, e invitándolo a auxiliar al facilitador para resolver tareas. Se debe hacer notar al niño que no se le está examinando, para aprobarlo o reprobarlo en la actividad, él es el evaluador.
- Segunda fase, *introducción al entorno de trabajo*, se relaciona con el ambiente del laboratorio, al niño se le presenta y se le invita a que pase al laboratorio, para esto se colocó un ambiente ameno, amigable, agradable y cómodo (Figura 2.1). No se desea que el niño tome en cuenta las cámaras y exista alguna presión en el desarrollo de las pruebas.
- Tercera fase, *primera elección y uso*, consiste en que el niño elija el dispositivo a utilizar (Figura 2.2), se lleva a cabo la interacción por primera vez y mediante el uso de las aplicaciones (en nuestro caso juegos) relajantes y entretenidas.



Figura 2.1. UsaLab con ambiente amigable

- Cuarta fase, *libertad de elección*, el niño usa el dispositivo que desea, y manipula la aplicación que desea. Como ya se le explicó su uso, puede manipular el dispositivo que desee y puede utilizar y ubicar la aplicación que le interesa.



Figura 2.2. Eligiendo dispositivo

- Quinta fase, *ayudando a realizar la tarea*, esta fase se notó al final de las pruebas (Figura 2.3), se pudo observar las emociones del niño al estar interactuando con las aplicaciones y explicando el uso del dispositivo.



Figura 2.3. Explicando el uso del dispositivo

2.6.2. Resultados

Después de la realización de las pruebas de usabilidad y de analizar las observaciones y comentarios del facilitador y los observadores, se presentan los siguientes resultados.

Respecto a la selección del dispositivo se pudo observar que la primera elección del niño se basa en el color del dispositivo (Figura 2.4), posteriormente cambia su gusto por el tamaño y finalmente por el conjunto de aplicaciones instaladas.

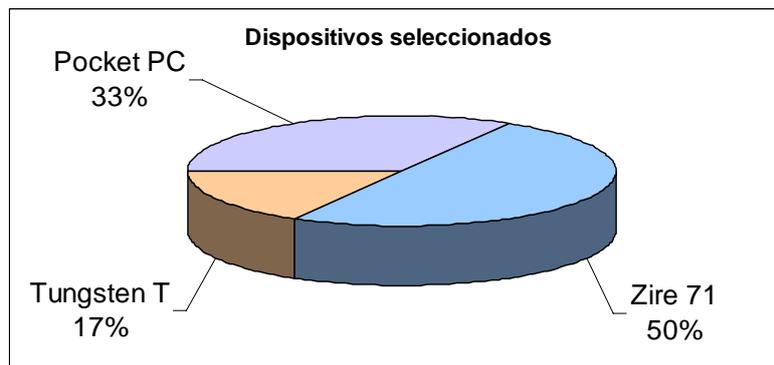


Figura 2.4. Primera Elección del dispositivo.

En la gráfica anterior se puede observar que al no haber tenido contacto previo con PDAs los niños prefieren la Palm Zire 71 (Figura 2.5) por sus características físicas, como el color, tamaño, entre otros.



Figura 2.5. Palm Zire 71

La tendencia del uso de cada uno de los dispositivos en la fase de libre selección se muestra en la Figura 2.6, donde se puede observar que la mayoría de los niños, al igual que la primera selección, utilizó más veces la Palm Zire 71. Con base en lo anterior, se ha logrado dar solución al segundo objetivo particular de esta tesis, ya que se identificó el dispositivo handheld más adecuado para los niños de estas edades, el cual fue la Palm Zire 71. Cabe hacer notar que este dispositivo está enfocado a usuarios adolescentes, los cuales son el perfil de usuario más cercano a los niños.

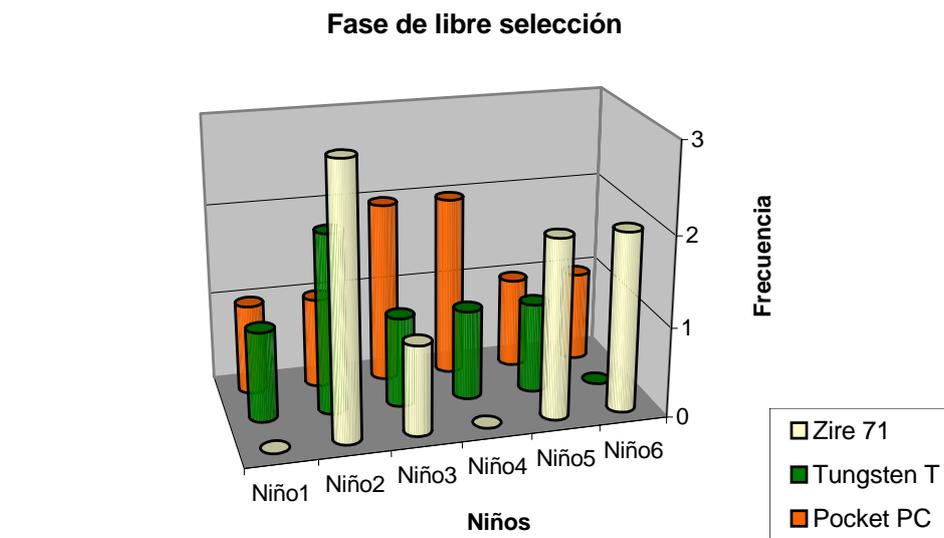


Figura 2.6. Tendencia de uso de los dispositivos.

Las pruebas de usabilidad además de ayudar a dar solución a uno de los objetivos particulares brindaron otras observaciones que serán útiles para el desarrollo de la aplicación. Se puede observar que por parte de las niñas el uso de botones presenta cierta dificultad, en contraste, los niños presentan una mayor habilidad en el uso de estos. Otras observaciones se presentan en el uso del lápiz, los niños lo utilizan de manera más brusca al señalar o elegir los elementos de la pantalla, mientras que las niñas son usuarios más cuidadosos para su uso. El uso del dispositivo es mucho más sencillo para los niños que han tenido contacto con juegos de video, dado que se observó que es mucho más ágil un niño en su manera de tomar el dispositivo. Otro punto que se observa es el peso del dispositivo, si el dispositivo es de mayor peso, el niño necesita ayuda para sostenerlo, o busca una forma de sostenerlo. En el uso de las aplicaciones, los niños presentaron dificultades en seleccionar con el lápiz objetos que van siguiendo una trayectoria no continua y/o se mueven rápidamente.

Análisis y Diseño del software educativo

3.1. Modelo de desarrollo

Para el desarrollo de un sistema es importante determinar cuáles son los modelos de desarrollo que se van a utilizar, ya que estos permiten determinar las actividades a realizar para transformar los requerimientos del usuario en el sistema [6]. El modelo de desarrollo utilizado para la realización de este proyecto de tesis es el Proceso Unificado de Juego (*Game Unified Process - GUP*), en conjunto con el Diseño Centrado en el Usuario (*User Centred Design - UCD*). El GUP es un proceso que consta de 10 fases (Ver Tabla 3.1), las cuales se deben de realizar en cierto orden de ejecución [URL6]. Las primeras cuatro son tratadas en este capítulo, mientras que la fase de construcción y de pruebas en el capítulo 4 y 5 respectivamente.

Tabla 3.1. Fases del GUP.

	Fase	Descripción
1	Concepción	Cubre temas como la audiencia, plataforma, tiempo de desarrollo, algunas características del juego, y retos artísticos, entre otros.
2	Especificación del juego	Involucra características de juego, decisiones de plataforma y gráficos potenciales en el juego. Todo desde la perspectiva del usuario.
3	Guía de Arte/Historia	Define el estilo de gráficos y arte que van a ser usados, las herramientas para desarrollar estos, entre otros. Por otra parte, la guía de historia describe como el juego se va llevar a cabo. Se define el objetivo del juego y la manera de que este objetivo va a ser cubierto en los diferentes escenarios.
4	Especificaciones técnicas	Detalla la arquitectura del sistema
5	Construcción	Construcción del juego en base a las etapas anteriores.
6	Pruebas QA (Quality Assurance) del sistema	Compara las etapas de diseño con el juego en si.
7	Prueba de juego	Valida y critica las características del juego.
8	Pruebas Alpha	Libera el sistema a un grupo selecto de evaluadores.
9	Pruebas Beta	El juego es liberado a una audiencia mayor con pequeño conocimiento del juego.
10	Liberación final	El juego es liberado para el público en general.

Cada una de estas fases se combina con los principios del UCD. Esta es una metodología de diseño que basa el proceso de desarrollo (planeación, diseño e implementación del producto) en información acerca de las personas que van a utilizar el producto [URL16]. No se debe de comenzar por las funciones que se quieren desarrollar, o por la información que se desea proveer, sino por el cómo las personas

van a aprovechar el producto, y cómo va a involucrarse en su vida cotidiana. Hay que considerar también en los usuarios sus capacidades tecnológicas y físicas, el contexto cultural, motivaciones, hábitos y preferencias [URL2].

3.2. Concepción y especificación del juego desarrollado

El juego propuesto por este proyecto de tesis plantea unir los dispositivos móviles y los juegos para ser un auxiliar en el aprendizaje del eje de tratamiento de la información de matemáticas para los niños que cursan el primer grado de primaria. Los usuarios del sistema son niños que están en el rango de edad de 6 a 7 años, con o sin contacto con algún dispositivo móvil.

En el juego educativo se busca que el alumno practique las diferentes actividades propias del eje de tratamiento de la información de una manera atractiva y divertida.

3.2.1. Actividades del eje Tratamiento de la Información

En este eje se proponen actividades en las cuales se desarrolla en los niños la capacidad para resolver problemas y tratar con la información. Para lograr esto se plantea que los alumnos tengan que analizar y seleccionar información planteada a través de textos, imágenes u otros medios. También que analicen y representen información a través de gráficas y tablas. Algunas de las actividades planteadas para este eje se explican a continuación.

Una de las actividades planteadas en este eje es la llamada “¡Cuéntalos!”, en la cual se le presenta a los niños una ilustración como la mostrada en la Figura 3.1. Se les pide analizarla y responder preguntas como: ¿cuántos animales aparecen en el dibujo?, ¿cuántos payasos hay?, ¿cuántos elefantes hay?, ¿cuántas personas hay sobre los caballos?, entre otras [2].



Figura 3.1. Ilustración para la actividad ¡Cuéntalos!

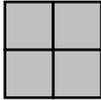
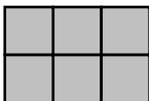
Otra actividad es la llamada “*La Balanza*”, cuyo objetivo es que los niños pesen objetos en la balanza utilizando unidades de medida arbitrarias [1]. Para realizar esta actividad se tiene que dibujar una tabla como la mostrada en la Tabla 3.2. En la primera columna se colocan el nombre de los objetos con los que se va a trabajar, por ejemplo, un cochecito, un borrador, entre otros. Una vez hecho esto, se coloca cada uno de los objetos en un platillo de la balanza y en el otro se ponen unidades unitarias de las medidas unitarias (en este caso tuercas, tornillos y clavos) hasta lograr que ambos se equilibren, y se anota el número de unidades en la celda correspondiente de la tabla. Después se hacen preguntas en la que los niños utilicen la tabla, por ejemplo, para equilibrar la balanza con el cochecito ¿qué necesitaron más, tuercas, tornillos o clavos?, ¿cuántas tuercas se necesitaron para equilibrar la balanza con el borrador?, ¿qué pesó más, el cochecito o el borrador?, entre otras.

Tabla 3.2. Actividad de la Balanza.

Para equilibrar la balanza se necesitan			
Objetos	¿Cuántas tuercas?	¿Cuántos tornillos?	¿Cuántos clavos?
Cochecito	20	16	18
Borrador	4	2	3

En la actividad “¿Cuántas ventanas puedes hacer?” se les pide a los niños que tengan un número de cuadrados que representan los vidrios de unas ventanas que van a construir. Después se plantean problemas como el siguiente: Si tienen 14 vidrios y queremos hacer ventanas que tengan 4 vidrios cada una, ¿cuántas ventanas se pueden hacer?, y los diferentes resultados se colocan en una tabla como la que se muestra en la Tabla 3.3 [1].

Tabla 3.3. Actividad ¿Cuántas ventanas puedes hacer?

Queremos hacer ventanas con:	¿Cuántas ventanas se pudieron hacer?	¿Cuántos vidrios sobraron?
	3	2
	4	2
	2	2

3.3. Guía de Arte para el desarrollo del juego

Para poder realizar un correcto diseño de personajes y escenarios involucrados en el juego es necesario tomar en cuenta los gustos e inclinaciones de colores y formas de los usuarios finales del sistema. Para lograr esto, se realizaron encuestas contextuales a alumnos de la escuela primaria Lázaro Cárdenas, en las que se les preguntaba acerca de su preferencia de colores en diferentes gamas, los cuales fueron verdes, azules, rojos, morados y naranjas-amarillos; esto con la finalidad de elegir los colores para el diseño de la interfaz de la aplicación. De la misma manera se les cuestionó acerca de los diferentes personajes que iban a aparecer en el juego, tanto femenino como masculino. Se les mostraron una serie de personajes, los cuales variaban de acuerdo a la edad que aparentaban y su aspecto de diseño (Ver Figura 3.2). Esto para poder diseñar personajes para el juego que cumplan con las preferencias de los usuarios.

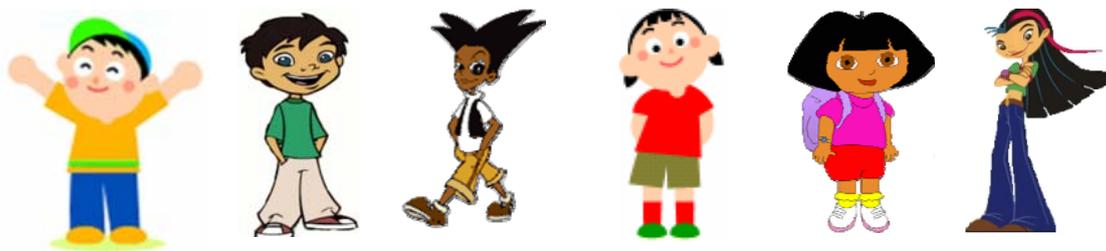


Figura 3.2. Personajes para el niño y la niña en las pruebas contextuales.

3.3.1. Resultados de las encuestas contextuales.

En base a los resultados obtenidos en la preferencia de colores, se clasificaron éstos en Primeros, Segundos y Terceros, los cuales simbolizan el grado de gusto de los usuarios. La clasificación de los colores en las distintas gamas se muestra en la Tabla 3.4.

Como se puede observar en la Figura 3.3, en la primera selección del personaje para el niño, de los mostrados en la Figura 3.2, la mayoría de los encuestados escogieron el primer tipo de propuesta de personaje, el cual es un niño de apariencia muy infantil, y en su segunda selección (Ver Figura 3.4) eligieron la propuesta intermedia. Por lo tanto el personaje niño para el juego educativo debe tener características intermedias entre estos dos personajes (Ver Figura 3.5).

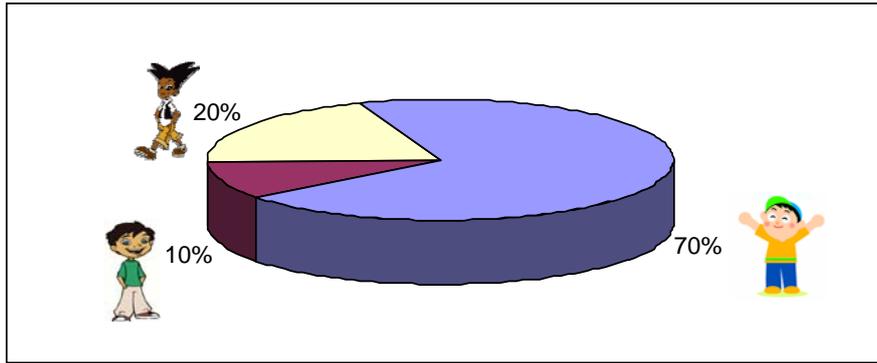


Figura 3.3. Primera selección del personaje niño.

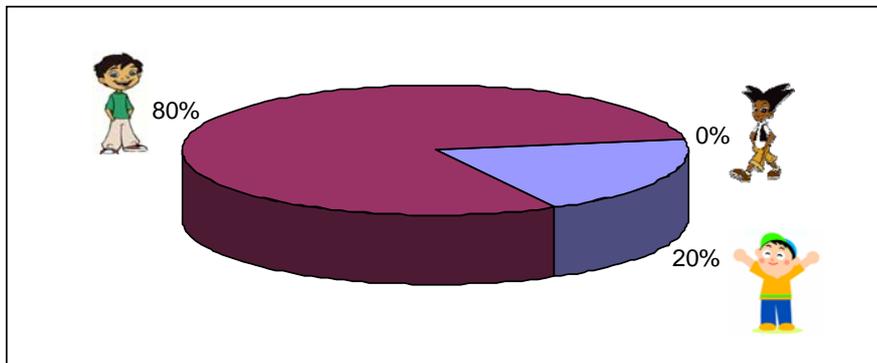


Figura 3.4. Segunda selección del personaje niño.



Figura 3.5. Personaje final niño.

Tabla 3.4. Colores preferidos por los niños y niñas.

	Primeros	Segundos	Terceros
Verdes	RGB (205,255,002) 	RGB (103,154,052) 	RGB (052,205,001) 
			RGB (117,251,143) 
Azules	RGB (052,205,255) 	RGB (102,153,204) 	RGB (001,052,205) 
			RGB (113,210,248) 
Rojos	RGB (234,003,105) 	RGB (244,027,019) 	RGB (155,006,004) 
			RGB (225,039,034) 
Morados	RGB (103,002,103) 	RGB (148,107,205) 	RGB (207,200,255) 
		RGB (205,002,255) 	
Naranjas Amarillos	RGB (255,154,001) 	RGB (255,154,001) 	Ninguno
		RGB (255,213,049) 	
	RGB (255,002,255) 	RGB (239,254,067) 	

Respecto al personaje para la niña en la primera selección hubo preferencia por el personaje intermedio (Ver Figura 3.6), y en la segunda elección por la primera propuesta (Ver Figura 3.7). Por lo tanto el personaje niña para el juego educativo debe tener características intermedias entre estos dos personajes (Ver Figura 3.8).

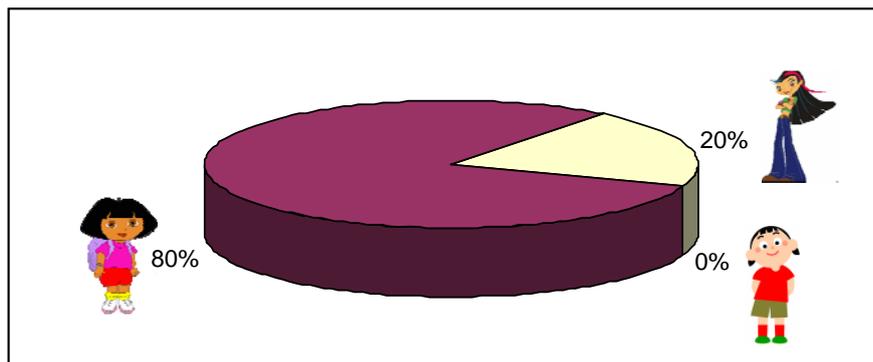


Figura 3.6. Primera selección del personaje niña.

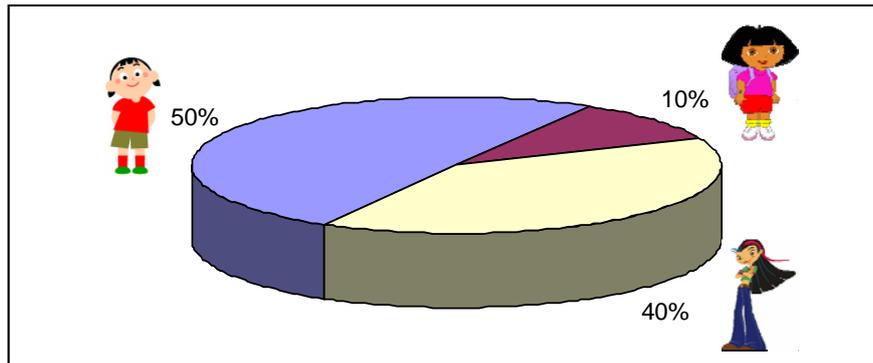


Figura 3.7. Segunda selección del personaje niña.

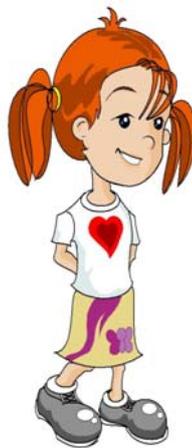


Figura 3.8. Personaje final niña.

3.4. Guía de Historia para el desarrollo del juego

En base a las actividades propuestas por la SEP para el eje de tratamiento de la información se propusieron actividades similares buscando que fueran atractivas y divertidas para los niños. Al iniciar la aplicación, esta muestra una pantalla de presentación del juego (Ver Figura 3.9), en la que observa el nombre del juego.

Al finalizar esta pantalla se visualiza la pantalla del menú principal de la aplicación (Ver Figura 3.10), en el que se muestran las diferentes opciones del juego, éstas son iniciar un juego nuevo, continuar un juego y consultar puntos.

En la opción de juego nuevo se piden los datos del usuario, los cuales son el personaje y el nombre de usuario del jugador. Cada uno de estos se piden en diferentes pantallas (Ver Figura 3.11 y 3.12). En la pantalla del personaje se muestran cada uno de los personajes del juego para que el usuario pueda seleccionar entre ellos. En la pantalla de introducción del nombre se muestran las letras del abecedario para que el usuario introduzca su nombre seleccionando cada una de ellas a través del stylus o lápiz.

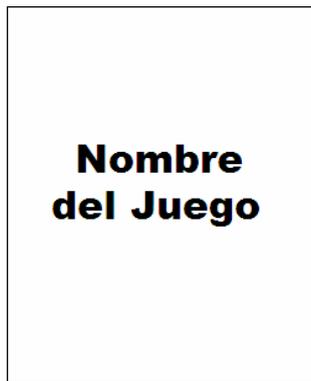


Figura 3.9. Bosquejo de la pantalla de introducción al sistema.

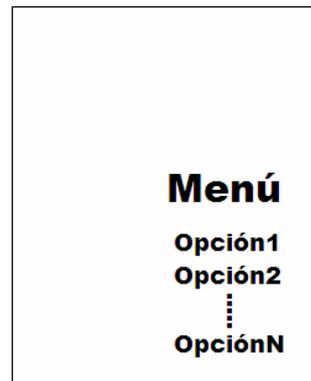


Figura 3.10. Bosquejo de la pantalla del menú principal.

Se busca que el juego tenga diferentes escenarios para incluir diversidad en el sistema, se busca que estos sean llamativos para los diferentes usuarios pero de igual forma que sean comunes para ellos, para poder incluir en ellos actividades de la vida cotidiana, es decir, llevar las actividades del eje de tratamiento de la información a la vida cotidiana. Los escenarios propuestos son: la juguetería, el mercado y la playa.

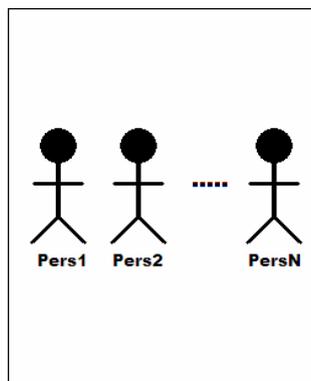


Figura 3.11. Bosquejo de la pantalla de selección de personaje.

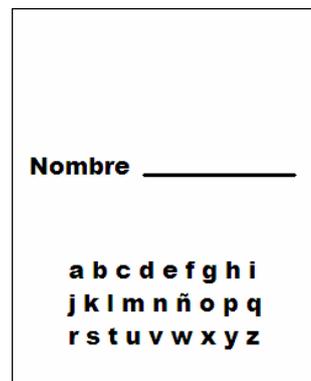


Figura 3.12. Bosquejo de la pantalla introducción del nombre.

Los escenarios van a estar distribuidos en un mapa general de juego (Ver Figura 3.13), este se muestra al finalizar la introducción de los datos de usuario y se muestran los puntos actuales y el nombre de usuario, así como el personaje seleccionado, el cual se desplaza a los diferentes escenarios.

Una vez que se entra en un escenario, se muestra una pantalla con las actividades asociadas con dicho escenario (Ver Figura 3.14):

- En el escenario “*El Mercado*” se van a realizar dos actividades, las cuales son la balanza y diferencias. En la actividad “*La Balanza*” se muestra la imagen de una balanza de dos platos, en uno de ellos se coloca un peso significativo y del otro

lado el usuario debe agregar objetos, en este caso una fruta, para observar con cuantas se equilibra, y en la actividad “*Diferencias*” se muestran dos puestos de un mercado común mexicano con diferente número de frutas en cada uno, y se cuestiona al jugador acerca de diferencias entre los dos puestos.

- En el escenario “*La Juguetería*” se van a realizar de igual forma dos actividades, “*Gráficas*” y “*Tablas*”. Estas consisten en analizar gráficas y tablas, y resolver una serie de preguntas.
- En el escenario “*La Playa*” se realizan dos actividades, “*Llenando la cubeta*” y “*Castillo de Arena*”. La primera consiste en ir agregando palas con arena a una cubeta y determinar con cuantas se llena, y la segunda en identificar los distintos elementos que conforman el castillo y hacer preguntas acerca de su número.

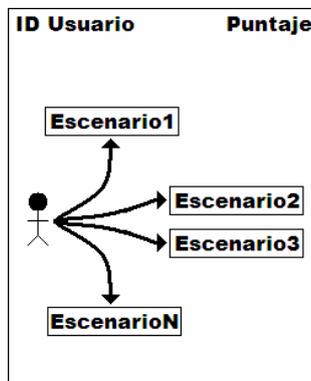


Figura 3.13. Bosquejo del mapa principal del juego.

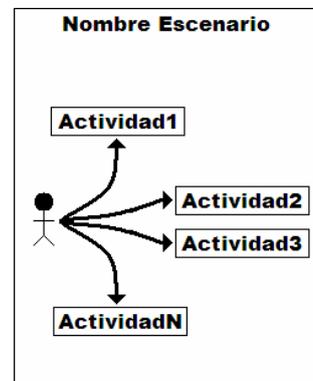


Figura 3.14. Bosquejo de la pantalla los diferentes escenarios.

3.5. Especificaciones técnicas

Esta fase se puede desarrollar con alguna metodología como el Proceso Unificado de Rational (*Rational Unified Process - RUP*) o la Programación Extrema (*eXtreme Programming - XP*). Para el desarrollo de esta etapa se aplicó la metodología RUP, la cual utiliza el Lenguaje de Modelado Unificado (*Unified Modeling Language - UML*) para el diseño del sistema. El Proceso Unificado de Rational tiene tres aspectos importantes, que el proceso es manejado por casos de uso, es centrado en la arquitectura y es iterativo e incremental [6].

3.5.1. Descripción funcional de la aplicación

Para el desarrollo del sistema se utilizó el lenguaje de programación C++, con el entorno de desarrollo CodeWarrior, el cual permite generar aplicaciones para PalmOS. En el IDE CodeWarrior sólo se cuenta con funciones básicas para el manejo de gráficos, por lo cual se incorporaron las librerías GapiDraw que permiten el manejo de gráficos en dos dimensiones.

3.5.2. Requerimientos del sistema

En base a las pruebas de usabilidad realizadas en el capítulo 2, se llegó a la conclusión que el PDA más adecuado para los niños que cursan primer grado de primaria es la Palm Zire 71, pero como es una PDA con poca memoria para almacenar imágenes y hacer más amigable la interfaz, también se utilizó el modelo de Palm LifeDrive con características más potentes para un mejor desarrollo. Para determinar los requerimientos de hardware y software fueron consideradas las características de la Palm Zire 71, como mínimo [URL8].

Tabla 3.4. Requerimientos mínimos del sistema.

Hardware	Software
Pantalla: 320 x 320 pixeles a color.	Palm OS versión 5.2.1
Procesador: 144MHz	Compatibilidad con GapiDraw
Memoria: 750 Kb Libres	

3.5.3. Restricciones

Las principales limitantes o restricciones del juego son las siguientes:

- Los gráficos mostrados están limitados a dos dimensiones, ya que las librerías utilizadas para el manejo de gráficos (GapiDraw) no permiten manipular tres dimensiones.
- El juego desarrollado es para uso individual, es decir, no interactúa con otros dispositivos.
- El juego está enfocado a un sólo eje de educación de las matemáticas de primer grado de primaria, el cual es el de Tratamiento de la Información.
- El juego sólo cuenta con tres escenarios, aunque se pueden anexar más módulos e insertar nuevos escenarios.

3.5.4. Diagramas de casos de uso

Los diagramas de caso de uso del sistema desarrollado se muestran en las siguientes secciones, para su construcción se hizo uso de RUP y de los diagramas de secuencia. En la Figura 3.15 se puede observar el diagrama general utilizado para el desarrollo.

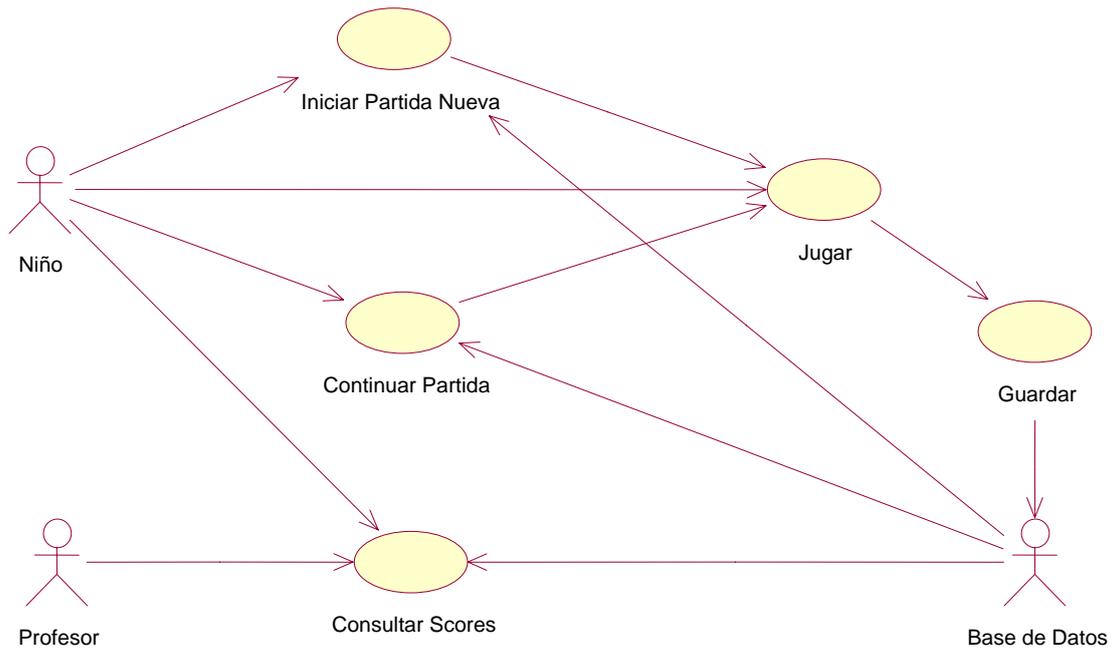


Figura 3.15. Diagrama de casos de uso.

3.5.5. Especificación de casos de uso

a) Caso de Uso: Iniciar Partida Nueva

Se describe la forma en que los niños inician una nueva partida.

1. Identificación de Actores

Los actores involucrados el niño y la base de datos.

2. Flujo básico de eventos

<i>Acción del actor</i>	<i>Respuesta del sistema</i>
1.- Este caso de uso comienza cuando el niño entra al módulo de Iniciar Partida Nueva.	2.- El sistema muestra la interfaz correspondiente a la selección del personaje, en la que se muestran dos tipos de personaje, una niña y un niño.
3.- El niño selecciona el personaje con el que desea jugar.	4.- El sistema almacena temporalmente el personaje seleccionado. 5.- El sistema muestra la interfaz correspondiente a la introducción del nombre, en esta se muestra una lista de las diferentes letras del abecedario.
6.- El niño introduce su nombre de usuario y acepta.	7.- El sistema almacena temporalmente el nuevo nombre de usuario,

3. Flujos alternativos

Línea 3 y Línea 6

Si el niño desea cancelar el inicio de partida nueva, el sistema ignora los datos introducidos y sale del módulo.

Línea 6

Si se introduce un nombre de usuario repetido, el sistema muestra un mensaje de error.

4. Precondiciones

No se encontraron para este caso de uso.

5. Poscondiciones

Se ejecuta el caso de uso Jugar.

6. Diagrama de secuencia

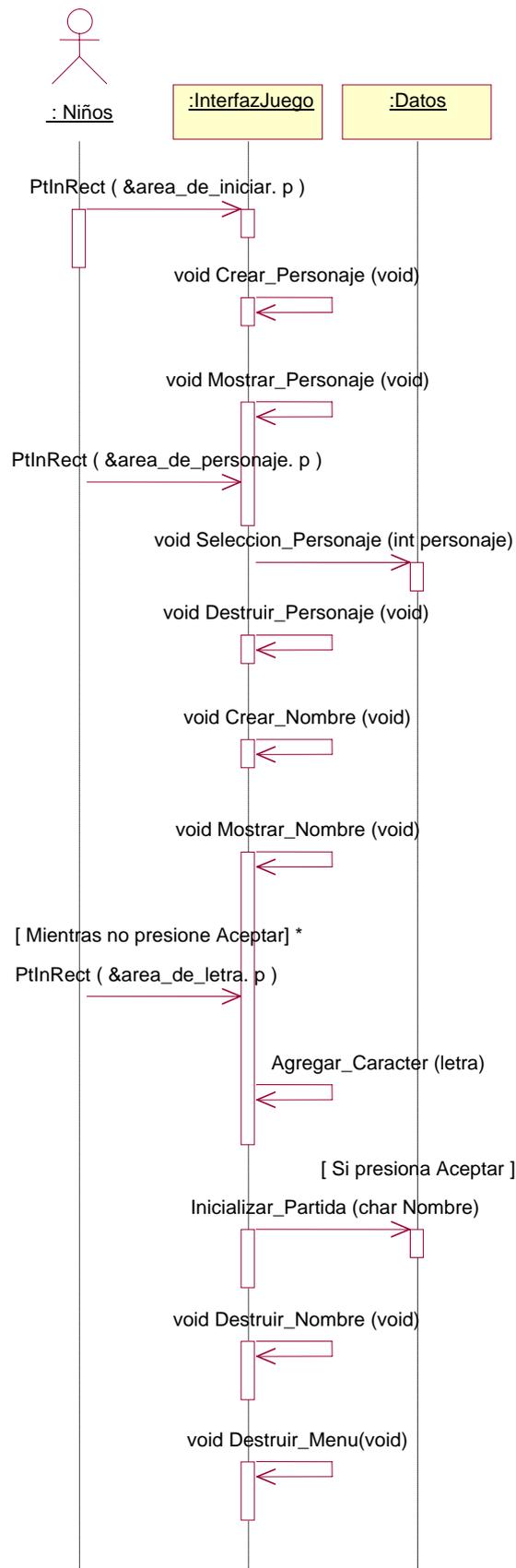


Figura 3.16. Diagrama de secuencia - Iniciar Partida Nueva.

b) Caso de Uso: Continuar Partida

Se describe la forma en que los niños continúan una partida ya existente.

1. Identificación de Actores

Los actores involucrados son el niño y la base de datos.

2. Flujo básico de eventos

<i>Acción del actor</i>	<i>Respuesta del sistema</i>
1.- Este caso de uso comienza cuando el niño entra al módulo de Continuar Partida.	2.- El sistema muestra la interfaz correspondiente al módulo de continuar partida, en la que se muestra la lista de los diferentes nombres de usuario que tienen partidas iniciadas.
3.- El niño selecciona un nombre de usuario.	4.- El sistema recupera de la base de datos el registro del nombre de usuario seleccionado.

3. Flujos alternativos

Línea 3

Si el niño desea cancelar el inicio de partida guardada, el sistema ignora los datos introducidos y sale del módulo.

4. Precondiciones

Que exista al menos una partida iniciada.

5. Poscondiciones

Se ejecuta el caso de uso Jugar.

6. Diagrama de secuencia

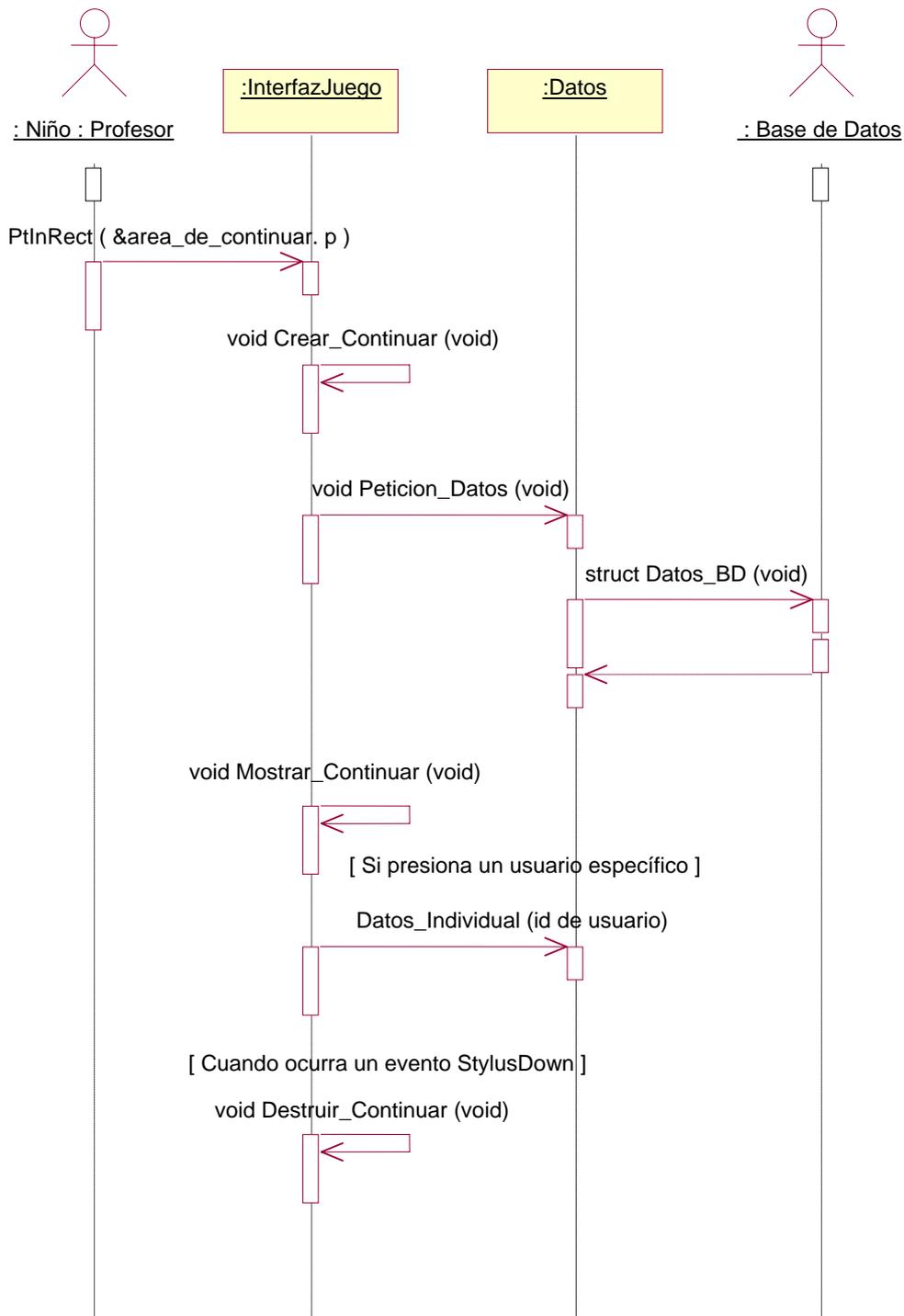


Figura 3.17. Diagrama de secuencia - Continuar Partida.

c) Caso de Uso: Jugar

Se describe la forma en que los niños interactúan con el juego.

1. Identificación de Actores

El actor involucrado es el niño.

2. Flujo básico de eventos

<i>Acción del actor</i>	<i>Respuesta del sistema</i>
	1.- El sistema ubica al usuario en su posición correspondiente dentro del juego, colocando los puntos actuales y las calificaciones de las diferentes actividades realizadas hasta el momento.
2.- El niño selecciona un escenario.	3.- El sistema muestra la interfaz correspondiente al escenario seleccionado.
4.- El usuario selecciona una actividad.	5.- El sistema muestra la interfaz correspondiente a la actividad seleccionada.
6.- El usuario realiza una acción dentro de la actividad.	7.- El sistema modifica la interfaz de acuerdo a la acción hecha por el usuario.
8.- El usuario introduce la respuesta a la pregunta planteada.	9.- El sistema almacena la respuesta del usuario y muestra la calificación correspondiente. 10.- Mientras no sean 5 preguntas, el sistema muestra la siguiente pregunta. 11.- El sistema muestra un resumen de las respuestas de la actividad, así como el puntaje obtenido.

3. Flujos alternativos

Línea 2

Si el niño sale del juego se ejecuta el caso de uso Guardar.

Línea 4

Si el niño sale de la interfaz del escenario, se muestra el mapa del juego y continúa el flujo de eventos a partir de la línea 1.

Línea 6

Si el niño sale de la interfaz de la actividad seleccionada, se muestra la interfaz del escenario seleccionado y continúa el flujo de eventos a partir de la línea 4.

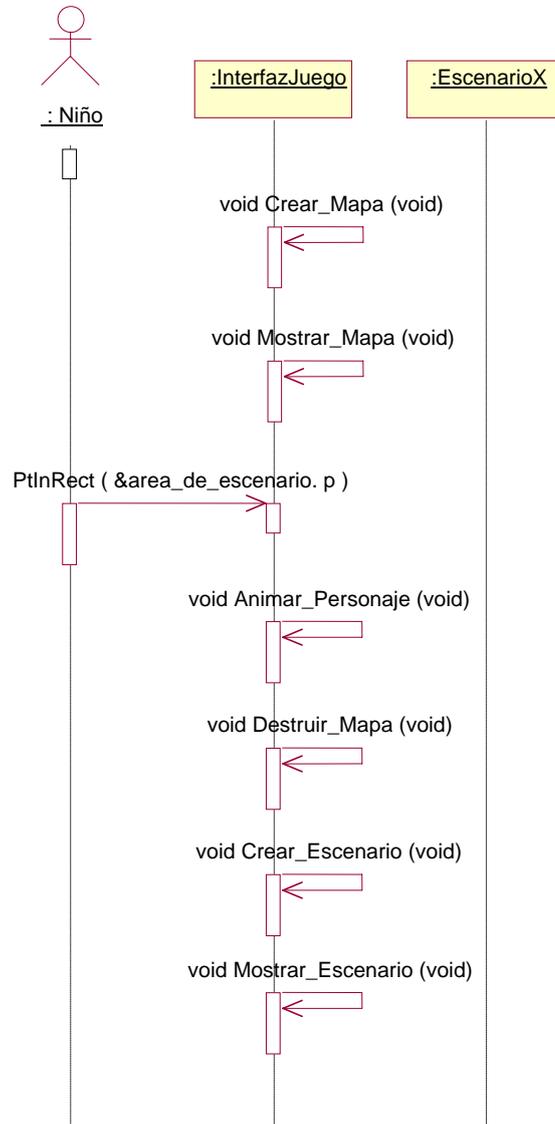
4. Precondiciones

Que se haya ejecutado el caso de uso Iniciar Partida Nueva o Continuar Partida.

5. Poscondiciones

Se ejecuta el caso de uso Guardar.

6. Diagrama de secuencia



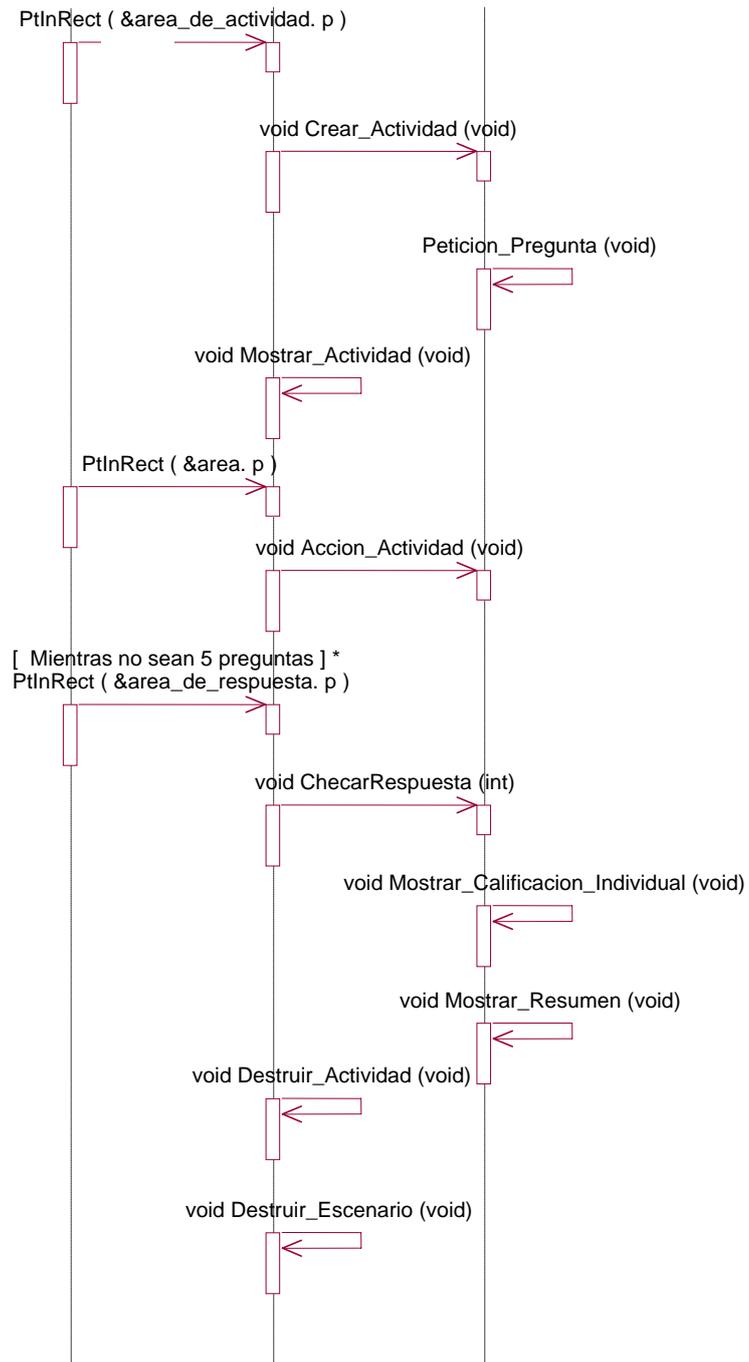


Figura 3.18. Diagrama de secuencia - Jugar.

d) Caso de Uso: Consultar Puntos

Se describe la forma en que los usuarios (niños o profesores) pueden ver las puntuaciones de los distintos usuarios que han utilizado el juego.

1. Identificación de Actores

Los actores involucrados son el niño, el profesor y la base de datos.

2. Flujo básico de eventos

<i>Acción del actor</i>	<i>Respuesta del sistema</i>
1.- Este caso de uso comienza cuando el niño o el profesor entra al módulo de consulta de puntos.	
	2.- El sistema muestra la interfaz correspondiente al módulo de consulta de puntos, en la que se muestra una lista de los distintos nombres de usuario almacenados en la base de datos.
3.- El usuario selecciona un nombre de usuario.	
	4.- El sistema muestra los puntajes del usuario seleccionado.

3. Flujos alternativos

Línea 2

Si no se encuentra registro de puntuaciones, el sistema muestra un mensaje de información.

4. Precondiciones

Que exista al menos una partida iniciada.

5. Poscondiciones

No se encontraron para este caso de uso.

6. Diagrama de secuencia.

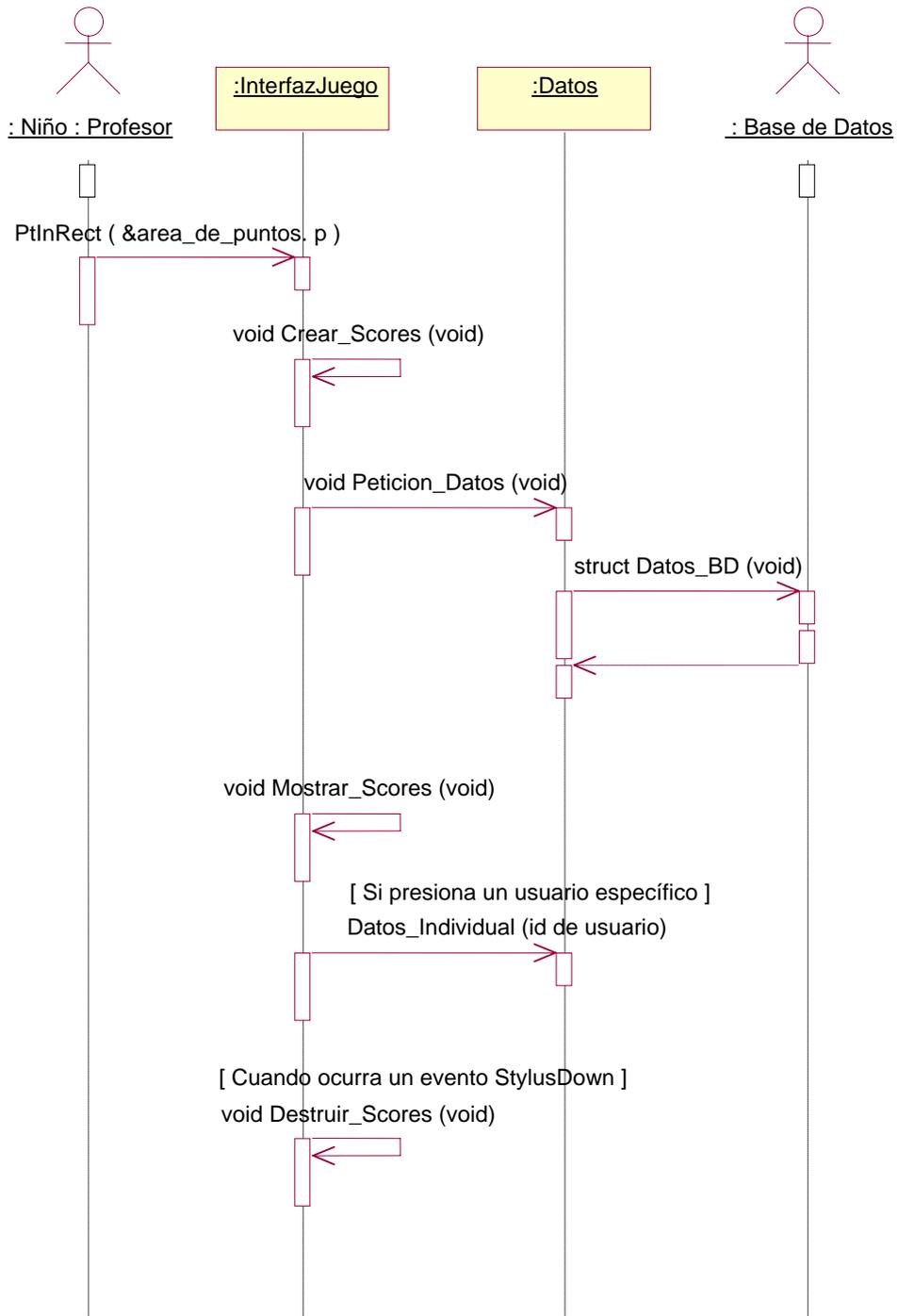


Figura 3.19. Diagrama de secuencia – Consultar Puntos.

e) Caso de Uso: Guardar

Se describe la forma en que se almacena el avance que los niños llevan en el juego.

1. Identificación de Actores

El actor involucrado es la base de datos.

2. Flujo básico de eventos

Acción del actor	Respuesta del sistema
	1.- El sistema almacena el avance del juego en la base de datos.

3. Flujos alternativos

No se encontraron para este caso de uso.

4. Precondiciones

Que el usuario haya salido del mapa del juego.

5. Poscondiciones

No se encontraron para este caso de uso.

6. Diagrama de secuencia

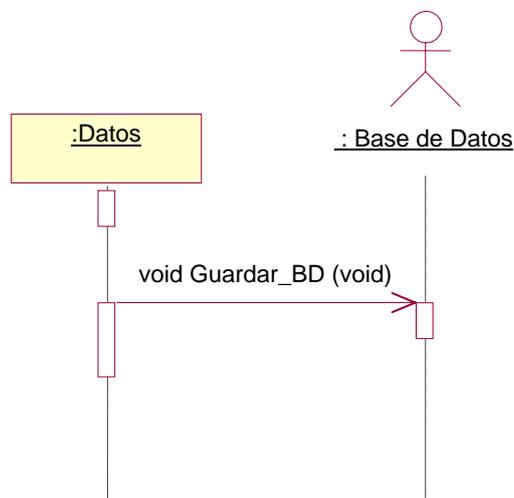


Figura 3.20. Diagrama de secuencia - Guardar.

Implementación del software educativo

4.1. Leguaje de Programación

El desarrollo de esta aplicación se realizó sobre el sistema operativo MS Windows XP, utilizando el IDE (*Integrated Development Enviroment*) de programación CodeWarrior de Metrowerks versión 9.3, el cual permite generar aplicaciones para el sistema operativo Palm OS utilizando el lenguaje de programación C++.

En un principio se consideró desarrollar la totalidad del sistema con las herramientas que proporciona este IDE, pero tiene la desventaja de manejar gráficos sencillos, como son líneas, cuadrados, círculos, entre otros, y como la aplicación a desarrollar es enfocada a niños, debía que ser rica en gráficos, por lo cual se incorporó al IDE la librería GapiDraw de Develant en su distribución de evaluación versión 3.5, la cual permite generar aplicaciones gráficas de alto rendimiento con gráficos en dos dimensiones [URL4], sin embargo, estas librerías en su versión para Palm OS sólo puede manejar imágenes tipo bmp, las cuales utilizan una cantidad grande de memoria, por lo cual fue necesario una buena administración de los recursos y se necesitó ocupar y liberar memoria conforme se iba requiriendo.

El dispositivo utilizado para la implementación del sistema fue la Palm Zire 71, cuyas características de hardware y software fueron consideradas como requerimientos mínimos para el sistema.

4.2. Implementación de los gráficos del juego

Los gráficos del juego para las distintas interfaces fueron realizados mediante el software Corel Photo Paint versión 12 siguiendo las pautas de los bosquejos propuestos en el apartado 3.4, y el diseño de las interfaces se realizó de acuerdo a los colores preferidos por los niños obtenidos como resultado de las encuestas contextuales. La interfaz final de la pantalla de introducción al sistema se muestra en la Figura 4.1 y la del menú principal del sistema en la Figura 4.2. El resto de las interfaces finales, como, selección de personaje, introducción del nombre, el mapa principal del juego, los escenarios y actividades se muestran en las secciones siguientes.



Figura 4.1. Pantalla de la introducción al sistema.



Figura 4.2. Pantalla del Menú Principal de la aplicación.

4.3. Funcionamiento de GapiDraw

Las librerías GapiDraw están compuestas por una serie de clases (Ver Figura 4.3), las cuales permiten generar rápidamente juegos y aplicaciones [URL4].

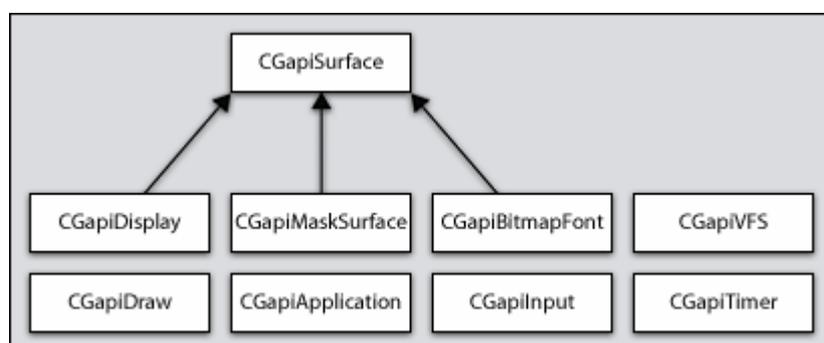


Figura 4.3. Clases de las librerías GapiDraw.

Para la creación de una aplicación utilizando GapiDraw se debe de crear una instancia de la clase *CGapiApplication* dentro de la función *PilotMain*. El constructor de la clase recibe como parámetro una estructura de tipo *GDAPPCONFIG*, en la cual se especifican variables de configuración inicial de la aplicación, como el número de frames por segundo, modos y banderas de despliegue de pantalla, entre otros. Una vez creado el objeto se debe de ejecutar la función *CGapiApplication::Run* para llevar a cabo las siguientes funciones:

1. **CGapiApplication::InitInstance.** Se hacen asignaciones de memoria antes de que la aplicación inicie.
2. **CGapiApplication::CreateSysMemSurfaces.** Se crean y coordinan diferentes superficies.
3. **CGapiApplication::CreateVidMemSurfaces.** Se crean y coordinan diferentes superficies que van a ser almacenadas en la memoria de video.
4. **CGapiApplication::ProcessNextFrame.** Se ejecuta cada frame, y se indican los elementos que van a desplegarse en la pantalla.
5. **CGapiApplication::Shutdown.** Termina la operación de Run y llama a la función *CGapiApplication::ExitInstance* para liberar la memoria de la aplicación.

Una de las funciones base de *CGapiApplication* para determinar qué acciones tomar dentro de la ejecución del programa es *StylusDown*, la cual capta un evento de presión del stylus en la pantalla en un punto *p* con coordenadas (x,y) .

En la Tabla 4.1 se describen brevemente otras de las clases importantes de GapiDraw que se utilizaron en la implementación de la aplicación.

Tabla 4.1. Descripción de clases de GapiDraw

Nombre	Descripción
CGapiSurface	Es un área de memoria en donde se pueden dibujar imágenes y primitivas. Incluye métodos para inicializar y obtener características de superficies, herramientas de texto y dibujo, detección de colisiones, entre otras.
CGapiDisplay	Es una superficie primaria que se usa para dibujar directamente en el área de la pantalla.
CGapiBitmapFont	Tiene funciones para crear y manipular fuentes de mapa de bits para escribir texto.
CGapiVFS	Es un Sistema Virtual de Archivos en el cual se almacenan imágenes, sonidos y otros tipos de archivos que se ocupan en la aplicación.

4.4. Manejo de Base de Datos en PalmOS

Las Bases de Datos en PalmOS son colecciones de registros, los cuales son almacenados en la RAM del dispositivo, pero no necesariamente se almacenan en una posición adyacente. El Manejador de Datos de Palm OS es el encargado de identificar que registro pertenece a cada base de datos [7].

Conceptualmente una Base de Datos en Palm OS se puede ver como un archivo, cada una tiene un nombre y corresponde a una aplicación específica, la cual se diferencia de las demás a través de un ID, tiene un tipo y un número de tarjeta de memoria. Igual que los archivos se debe de abrir para poder almacenar y recuperar información, y una vez terminado el proceso se debe de cerrar.

4.4.1 Operaciones con Bases de Datos en CodeWarrior

Las operaciones principales y los comandos empleados para realizarlas se listan a continuación [7]:

1. **Creación de una base de datos.**

```
Err DmCreateDatabase(UInt16 cardNo, const Char *nameP, UInt32 creator,
                    UInt32 type, Boolean resDB)
```

2. **Borrar una base de datos.**

```
Err DmDeleteDatabase (UInt16 cardNo, LocalID dbID)
```

3. **Abrir una base de datos.**

```
DmOpenRef DmOpenDatabaseByTypeCreator (UInt32 type, UInt32 creator,
                                        UInt16 mode)
```

4. **Cerrar la base de datos.**

```
Err DmCloseDatabase (DmOpenRef dbP)
```

5. **Crear un nuevo registro.**

```
MemHandle DmNewRecord (DmOpenRef dbP, UInt16 *atP, UInt32 size)
```

6. **Almacenar un registro.**

```
Err DmWrite (void *recordP, UInt32 offset, const void *srcP, UInt32 bytes)
```

7. **Borrar un registro.**

```
Err DmDeleteRecord (DmOpenRef dbP, UInt16 index)
```

4.5. Implementación de la clase Imagen

Para hacer más sencillo el manejo de imágenes dentro de la aplicación fue implementada la clase Imagen, esta contiene métodos para la manipulación de mapas de bits (Ver Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Métodos de la clase Imagen

Nombre	Descripción
void X(int px); void Y(int px); int X(void); int Y(void);	Asignan y leen las posiciones X y Y de la imagen.
CGapiSurface *Bitmap(void);	Regresa un apuntador de la superficie del mapa de bits.
void Crear(TCHAR *ruta, CGapiVFS *vfsAux, CGapiDraw *mpAux, CGapiSurface *BufferAux, int px=0, int py=0);	Crea la imagen en la posición inicial (px,py).
void Show(void); void Show(int xaux, int yaux);	Muestra la imagen en la posición X y Y actual o en una posición nueva.
void Delete(void);	Destruye la imagen y libera la memoria.
int Intersect(Imagen *Imagen2)	Determina si la imagen se intersectó con otra, regresando 1 si esto ocurre y 0 en el caso contrario.
void TC(COLORREF Tc)	Asigna un color de transparencia para la imagen en el formato RGB.

También contiene atributos para determinar características de la imagen, como posición en la pantalla, color de transparencia, el mapa de bits de la imagen, entre otros, los cuales se muestran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Atributos de la clase Imagen

Nombre	Descripción
COLORREF TRANSPARENTCOLOR;	Indica el color de transparencia de la imagen en formato RGB.
LONG x; LONG y;	Determinan la posición horizontal y vertical de la imagen dentro de la pantalla.
CGapiSurface* bitmap;	Es un apuntador a una superficie el cual tiene la dirección de memoria en donde fue cargado el mapa de bits correspondiente a la imagen.
CGapiSurface *Buffer; CGapiVFS *vfs; CGapiDraw *mp;	Indican el buffer que se va a imprimir en pantalla, así como el sistema virtual de archivos en el que se encuentra almacenado el mapa de bits.

4.6. Descripción Funcional

El juego educativo provee las funciones de Iniciar y Continuar una Partida, así como de Consulta de Puntos. En la Figura 4.4 se muestra un diagrama de los diferentes módulos y la manera en que están relacionados.

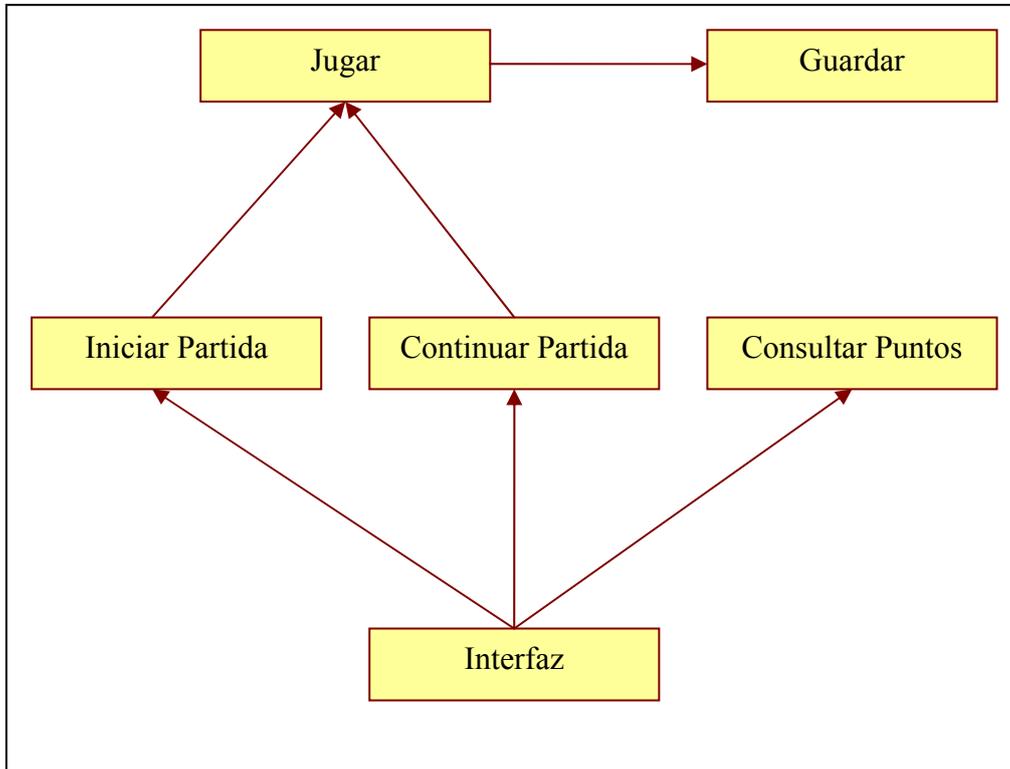


Figura 4.4. Módulos del sistema y sus relaciones.

4.7. Módulo Iniciar Partida

Este módulo se encarga de la obtención de los datos de un usuario nuevo, los cuales son el nombre y el personaje con el cual se quiere jugar. La ejecución de este módulo se describe brevemente en los siguientes pasos:

1. **Crear y mostrar la pantalla de Selección de Personaje.**

Mediante el método `void CMyApplication::Crear_Personaje(void)` se crea un objeto de la clase `Imagen`, y es mostrado en pantalla mediante el método `void CMyApplication::Mostrar_Personaje(void)` (Ver Figura 4.5).

2. **Esperar un evento de `StylusDown` para la selección de personaje.**

Se definieron áreas rectangulares dentro de la pantalla para cada uno de los personajes, así como para la opción `No`, entonces dentro del método `CMyApplication::StylusDown` a través de la función `::PtInRect(*RECT, POINT)` se puede saber si el `Stylus` presionó una de estas áreas.

Si se detectó que presionó en la opción *No* se ejecuta el paso 4 y se regresa al menú principal de la aplicación. En caso contrario la selección de alguno de los personajes lleva al paso 3.



Figura 4.5. Pantalla de Selección de Personaje.

3. **Almacenar el personaje seleccionado.**

Se utiliza el método *void Seleccion_Personaje(int)* para almacenar el tipo de personaje que seleccionó el usuario, 0 para indicar el personaje masculino y 1 para el femenino.

4. **Liberar la memoria utilizada en la selección de personaje.**

Esto se logra ejecutando el método de *void CMyApplication::Destruir_Personaje (void)*, el cual destruye el objeto imagen creado para la pantalla de Selección de Personaje.

5. **Crear y mostrar la pantalla de Selección de Nombre.**

Mediante el método *void CMyApplication::Crear_Nombre(void)* se crea un objeto de la clase Imagen dependiendo del tipo de personaje que se seleccionó en el paso 2. Si seleccionó el niño, se muestra en la pantalla una imagen de la niña preguntando el nombre del personaje (Ver Figura 4.6 (a)), en caso contrario se muestra al niño haciendo la pregunta (Ver Figura 4.6 (b)). Además de la creación del objeto Imagen también se crea un objeto tipo *CGapiBitmapFont* con la cual se logra mostrar el nombre del usuario en la pantalla, como se puede

ver en la Figura 4.6 los nombres de IVAN y ELDA. Esta pantalla es mostrada mediante el método *void CmyApplication::Mostrar_Nombre(void)*.



(a) Nombre de niño

(b) Nombre de niña

Figura 4.6. Pantallas de Selección de Nombre.

6. **Espera de un evento de *StylusDown* en la selección del nombre.**

Al igual que en el paso 2 se definieron áreas rectangulares, pero en este caso para cada una de las letras del abecedario y para las opciones *Si* y *No*.

Si se detectó que presionó en la opción *No* se ejecuta el paso 8 y se regresa al menú principal de la aplicación. En caso de que presione una de las letras, el carácter presionado se agrega a una cadena dentro de la función *void CMyApplication::Agregar_Character(POINT)*. Una vez que el usuario presione la opción *Si* se pasa al paso 7.

7. **Almacenar el nombre del personaje e inicializar la partida.**

Se utiliza el método *void Datos::Inicializar_Partida(char Nombre_Aux[10])* para almacenar el nombre de personaje, así como inicializar en 0 los puntos de cada una de las actividades y en blanco el color de cada una de las estrellas de calificación.

8. **Liberar la memoria utilizada en la selección del nombre.**

Esto se logra ejecutando el método *void CMyApplication::Destruir_Nombre (void)*, el cual destruye el objeto imagen y la fuente creada para la Selección del Nombre.

4.8. Módulo Consultar Puntos

Este módulo permite a los usuarios hacer una consulta del puntaje que han obtenido dentro del juego, de forma general y específico de cada actividad. Se muestra en pantalla los nombres de los usuarios existentes y al seleccionar alguno de ellos se muestra su puntaje. La ejecución de este módulo describe brevemente en los siguientes pasos:

1. **Crear la pantalla de Consultar Puntos.**

Mediante el método *void CMyApplication::Crear_Scores(void)* se crean varios objetos de la clase Imagen, uno para el título de la pantalla, uno para cada una de las caras que se muestran (niño y niña) y otro para cada una de las flechas de desplazamiento (Ver Figura 4.7).

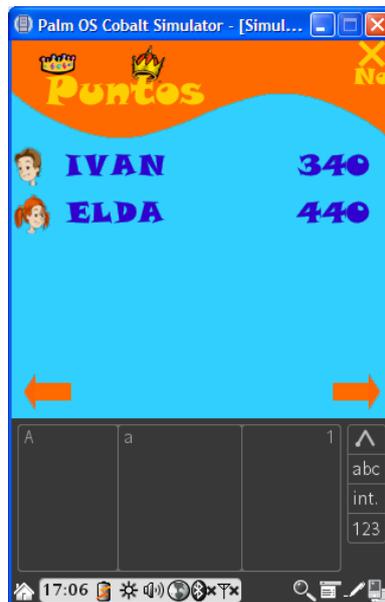


Figura 4.7. Pantalla de Consultar Puntos.

2. **Leer la base de datos y mostrar la pantalla de Consultar Puntos.**

Mediante el método *void Datos::Peticion_Datos(void)* se hace una petición de la información de los usuarios almacenados en la base de datos, mismos que son leídos a través del método *Scores Datos_BD(void)*. Cada uno de los registros de los usuarios tiene la siguiente información almacenada:

- Nombre del usuario.
- Tipo de personaje.
- Puntos totales y por actividad.
- El color de cada una de las estrellas de las actividades.

De esta información, sólo se muestran el nombre, puntos totales y tipo de personaje de cada uno mediante el método *CMyApplication::Mostrar_Scores()*.

Se muestran 5 nombres de usuario por pantalla, y mediante las flechas de desplazamiento se puede mover entre los distintos registros.

3. Espera de un evento de *StylusDown* en la selección de usuario.

Se definieron áreas rectangulares dentro de la pantalla para cada uno de los nombres de los usuarios, así como para la opción *No* y las flechas de desplazamiento.

Si se detectó que presionó en la opción *No* se ejecuta el paso 6 y se regresa al menú principal de la aplicación. Si se presiona la flecha de desplazamiento hacia la derecha se muestran los siguientes 5 usuarios, y con la flecha izquierda los 5 anteriores. Al presionar alguno de los usuarios se ejecuta el siguiente paso.

4. Mostrar Puntos Específicos.

A través del método *Datos::Datos_Individual(int)* se obtiene la información del usuario seleccionado en el paso anterior y mediante la función de *CMyApplication::Mostrar_Scores()* se despliegan en pantalla las imágenes representativas de cada uno de los escenarios, así como estrellas de cada una de las actividades que los conforman. En la parte superior se muestra el puntaje general de este usuario y el tipo de personaje seleccionado (Ver Figura 4.8).

5. Espera de un evento de *StylusDown* dentro de puntos específicos.

Se definió un área rectangular dentro de la pantalla para la opción *No*. Si se detectó que presionó esta opción se ejecuta el paso 6 y se regresa al paso 2.

6. Liberar la memoria utilizada.

Esto se logra ejecutando el método de *void CMyApplication::Destruir_Scores(void)*, el cual destruye los distintos objetos imagen creados para la Consulta de Puntos.



Figura 4.8. Pantalla de Puntos Específicos.

4.9. Módulo Continuar Partida

Este módulo permite a los usuarios continuar una partida y no empezar desde cero cada vez que utilizan el sistema. Se muestra en pantalla los nombres de los usuarios existentes y al seleccionar alguno de ellos los sitúa en su última posición dentro del juego (Ver Figura 4.9).

En la etapa de diseño se había decidido crear funciones independientes para crear, mostrar y destruir este módulo, pero al ser su ejecución muy similar a *Consultar Puntos*, se decidió utilizar las mismas funciones de este módulo, por lo cual tiene un flujo de eventos similar a éste, el cual se muestra a continuación:

1. **Crear la pantalla de *Continuar Partida*.**

Igual que el módulo de Consultar Puntos, excepto que se carga una imagen diferente para el título de esta pantalla.

2. **Leer la base de datos y mostrar la pantalla de *Continuar Partida*.**

Igual que el módulo de Consultar Puntos.

3. **Espera de un evento de *StylusDown*.**

Igual que el módulo de Consultar Puntos.

4. **Inicializar Partida con la información del usuario.**

A través del método `Datos::Datos_Individual()` se obtiene la información del usuario seleccionado en el paso anterior y con esta se inicializa la partida.

5. **Liberar la memoria utilizada.**

Igual al paso 6 del módulo de Consultar Puntos.



Figura 4.9. Pantalla de Continuar Partida.

4.10. Módulo Jugar

Este módulo permite a los usuarios desplazarse a través de los diferentes escenarios y realizar las distintas actividades del juego. La ejecución de este módulo describe brevemente en los siguientes pasos:

1. **Crear y mostrar la pantalla del Mapa del Juego.**

Mediante el método `void CMyApplication::Crear_Mapa(void)` se crean varios objetos de la clase Imagen, uno para el óvalo del título, uno por cada imagen representativa de los diferentes escenarios, y 2 para generar la animación del personaje. Así mismo se crea una fuente para mostrar el nombre y los puntos totales del usuario. La imágenes son mostradas en pantalla mediante el método `void CMyApplication::Mostrar_Mapa(void)` y los datos del usuario mediante la función `void CMyApplication::Mostrar_Datos_Personaje (void)` (Ver Figura 4.10).

2. **Esperar un evento de StylusDown para la selección del escenario.**

Se definieron áreas rectangulares dentro de la pantalla para cada uno de los escenarios, así como para la opción *No*.

Si se detectó que presionó en la opción *No* se ejecuta el paso 9 y se regresa al menú principal de la aplicación. En caso contrario la selección de alguno de los

escenarios ejecuta la función *void CMyApplication::Animar_Personaje(void)* la cual muestra al personaje caminando hacia el escenario seleccionado.



Figura 4.10. Mapa del Juego.

3. **Crear y mostrar la pantalla del *Escenario Seleccionado*.**

Cada uno de los escenarios del sistema es una clase, y mediante el método *void CMyApplication::Crear_Escenario(void)* se ejecuta la función para crear el escenario correspondiente al objeto de la clase del escenario seleccionado. En general cada una de estas funciones crea un objeto de la clase *Imagen* con un mapa de bits dependiendo del escenario seleccionado (El Mercado, La Juguetería o La Playa) (Ver Figura 4.11).

De igual forma que la función *CMyApplication::Crear_Escenario* a través del método *void CMyApplication::Mostrar_Escenario(void)* se ejecuta la función para mostrar el escenario correspondiente al objeto de la clase del escenario seleccionado.

4. **Espera de un evento de *StylusDown* para la selección de una actividad.**

Se definieron áreas rectangulares dentro de la pantalla para cada una de las actividades que conforman cada escenario, así como para la opción *No*.

Si se detectó que presionó en la opción *No* se ejecuta el paso 8 y se regresa al paso 1. Al presionar alguna de las actividades continúa el flujo normal de eventos.



Figura 4.11. Pantallas de Escenarios del Juego.

5. **Crear y mostrar la pantalla de la Actividad Seleccionada.**

Se ejecuta el método *Crear_ActividadX()* de la clase *EscenarioY*, donde X depende de la actividad seleccionada en el paso anterior, su valor puede ser 1 ó 2, y Y depende del escenario actual, cuyo valor es 1,2 ó 3. Cada una de estas funciones varía dependiendo de la actividad, pero en general se crean los objetos imagen necesarios para las diferentes pantallas (Ver Figura 4.12, 4.13 y 4.14).

A través de la función *Mostrar_ActividadX()* de la clase *EscenarioY* se despliegan en pantalla los gráficos de las distintas actividades.

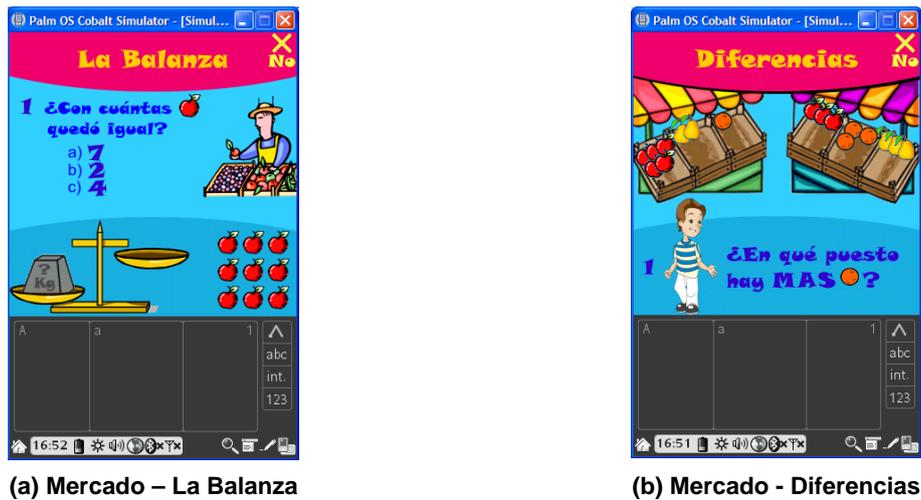


Figura 4.12. Actividades del Escenario Mercado

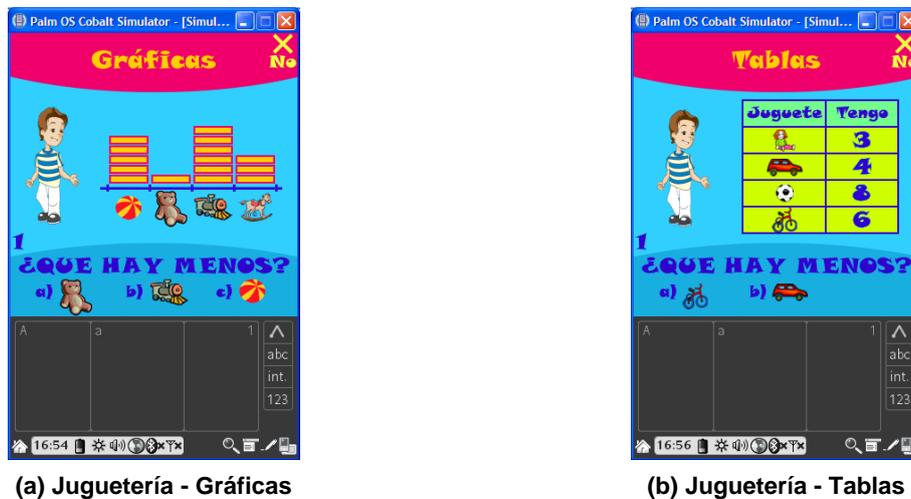


Figura 4.13. Actividades del Escenario Juguetería

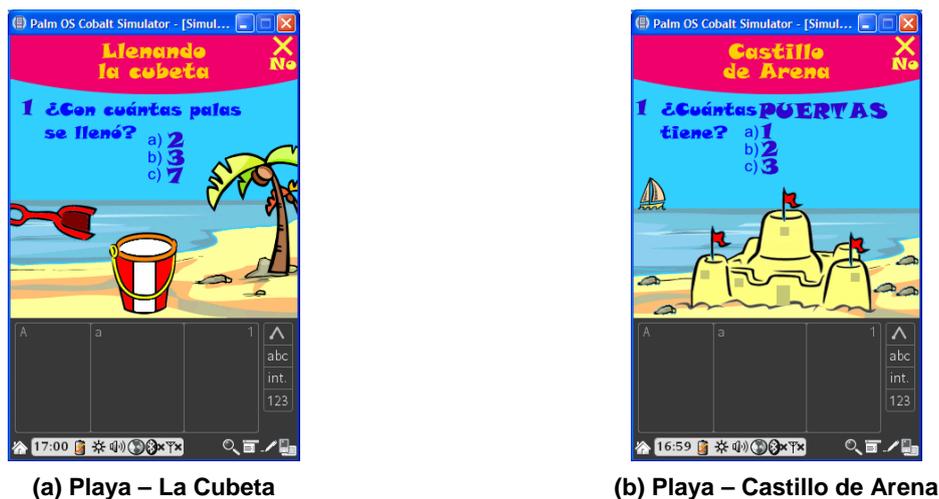


Figura 4.14. Actividades del Escenario La Playa

6. Esperar un evento de *StylusDown* dentro de la actividad.

En general para cada una de las actividades se definen rectángulos para cada una de las respuestas y para la opción *No*. Además de estos, cada una de las actividades tiene áreas rectangulares para diferentes elementos gráficos de la actividad. Al ser diferentes las actividades, cada una de estas tiene acciones distintas al detectarse un evento con el Stylus. Una vez detectado este se ejecuta la función *Accion_Actividad* de la clase *EscenarioY*, en donde se definen acciones para los diferentes elementos en la pantalla.

Si se detectó que presionó la opción *No* se ejecuta el paso 7 y se regresa al paso 3. En caso de que se presione alguna de las respuestas se checa si la respuesta es correcta mediante el método *int EscenarioY::ChecarRespuesta*

(*int respuesta*), el cual regresa un 1 si es correcta y 0 en caso contrario, y a través de *void Mostrar_Calificacion_Individual(void)* se muestra por un breve espacio de tiempo la calificación de la respuesta dada por el usuario. Una vez que se contestaron las 5 preguntas de la actividad se ejecuta el método *void Mostrar_Resumen(void)* con el cual se muestran los puntos totales y las calificaciones de las diferentes preguntas (Ver Figura 4.15).

7. Liberar la memoria utilizada.

La liberación de memoria se lleva a cabo en 3 etapas. En la primera se ejecuta el método de *void Destruir_ActividadX(void)* del *EscenarioY* el cual destruye los objetos imagen creados para la actividad seleccionada. La segunda etapa consiste en destruir la imagen del escenario correspondiente al objeto de la clase del escenario seleccionado, esto se logra ejecutando el método de *void CMyApplication:: Destruir_Escenario (void)*. Para finalizar este paso se debe de liberar la memoria utilizada en la pantalla del mapa del juego, para lograr esto se ejecuta el método de *void CMyApplication:: Destruir_Mapa(void)*.



Figura 4.15. Resumen de Calificaciones.

4.10.1. Agregar nuevos escenarios al sistema

Al ser los escenarios del juego clases diferentes, resulta muy sencillo el anexar otros escenarios. Los requisitos que se deben tomar en cuenta para agregar las nuevas clases son:

- Contar con los siguientes métodos, para que el núcleo del sistema las ejecute automáticamente:
 - Funciones para crear, mostrar y destruir el escenario.
 - void Crear_Escenario(...);
 - void Mostrar_Escenario(void);
 - void Destruir_Escenario(void);
 - Función para determinar que acción se va a ejecutar al detectar un evento StylusDown en las actividades.
 - int Accion_Actividad(POINT p);
 - Funciones para crear, mostrar y destruir las actividades.
 - void Crear_Actividad1(void);
 - void Mostrar_Actividad1(void);
 - void Destruir_Actividad1(void);
 - void Crear_Actividad2(void);
 - void Mostrar_Actividad2(void);
 - void Destruir_Actividad2(void);
 - Funciones para obtener y almacenar el número de la actividad.
 - int Get_Actividad(void) ;
 - void Set_Actividad(int act);
 - Función para obtener los puntos actuales del escenario.
 - int GetPuntos(void);

Para sustituir un escenario en la aplicación se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Crear un objeto de la clase en cuestión, con el nombre de Escenario1, Escenario2 ó Escenario3, dependiendo del escenario que se quiere sustituir.
2. Almacenar en el Sistema Virtual de Archivos las imágenes utilizadas en el escenario y sus actividades, las cuales deben incluir una imagen representativa del escenario para mostrar en el mapa y en los puntos específicos.

4.11. Módulo Guardar

Una vez terminada una de las actividades, mediante el método *Guardar_BD()*, el avance del usuario es almacenado en la base de datos, actualizando su registro con los nuevos puntajes y los nuevos colores de las estrellas de las actividades.

CAPÍTULO 5

Pruebas de usabilidad para la evaluación del juego educativo desarrollado

5.1. Introducción

Una vez desarrollado el software educativo llamado “¡Observa y Aprende!” fue necesario presentarlo a los usuarios reales. En base a estas pruebas se pueden conocer las deficiencias y aciertos del software, lo cual permite realizar correcciones en caso de ser necesarias.

Para motivo de estas pruebas se trabajó con seis usuarios, de los cuales cuatro fueron niños, una niña, y una profesora de primer grado de primaria. Como se realizaron al inicio del ciclo escolar, y el eje de tratamiento de la información es cubierto en meses posteriores, las pruebas de usabilidad fueron realizadas con niños que inician el segundo año de primaria.

Las pruebas fueron realizadas en dos fases, la primera de ellas en las instalaciones de la escuela primaria Lázaro Cárdenas (Ver Figura 5.1) de la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, y la segunda en el Laboratorio de Usabilidad (UsaLab) (Ver Figura 5.2) de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.



Figura 5.1. Grupo de segundo grado de primaria.



Figura 5.2. Usuarios en el UsaLab.

5.2. Acondicionamiento en la escuela primaria

Para poder realizar las pruebas de usabilidad en las instalaciones de la escuela primaria Lázaro Cárdenas fue necesario acondicionar la biblioteca de esta institución (Ver Figura 5.3). Esta aula se dividió en dos partes, una para que estuvieran los observadores y otra para el facilitador y los usuarios. De igual forma fue necesaria la instalación de dos cámaras de video y de dos televisores para que los observadores no perdieran de vista las operaciones con el dispositivo ni las acciones de los diferentes usuarios durante las pruebas.



Figura 5.3. Acondicionamiento de la biblioteca de la escuela primaria.

5.3. Tareas de las pruebas de usabilidad

Las tareas que realizaron en ambas fases de las pruebas los usuarios, niños y profesor, se muestran a continuación.

1. *Localizar la aplicación, ejecutarla y terminarla.*

- a) Encender el dispositivo.
- b) Ubicar y seleccionar el juego.
- c) Salir de la aplicación.
- d) Apagar el dispositivo.

2. *Iniciar un Juego Nuevo.*

- a) Encender el dispositivo.
- b) Ubicar y seleccionar el juego.
- c) Iniciar un juego nuevo.
- d) Seleccionar el personaje.
- e) Introducir el nombre.
- f) Navegar a través de los escenarios y actividades y seleccionar una actividad.
- g) Realizar la actividad.
- h) Salir del juego.
- i) Apagar el dispositivo.

3. *Continuar un Juego.*

- a) Encender el dispositivo.
- b) Ubicar y seleccionar el juego.
- c) Entrar a la opción “Seguir”.
- d) Seleccionar el nombre de usuario.
- e) Navegar a través de los escenarios y actividades y seleccionar una actividad.
- f) Realizar la actividad.
- g) Salir del juego.
- h) Apagar el dispositivo.

4. *Consultar los puntos.*

- a) Encender el dispositivo.
- b) Ubicar y seleccionar el juego.
- c) Entrar a la opción “Puntos”.
- d) Seleccionar el nombre de usuario.
- e) Salir del juego.
- f) Apagar el dispositivo.

5.4. Resultados de las pruebas de usabilidad

Los resultados obtenidos dentro de las dos fases de las pruebas son muy similares, por ese motivo se presentan en un sólo apartado.

El 83.33% de los usuarios no habían tenido contacto con un PDA, pero después de explicarles brevemente el funcionamiento de los diferentes elementos del dispositivo y del uso del stylus se adaptaron rápidamente.

Al inicio de las pruebas los usuarios se mostraron nerviosos, pero a medida que avanzaba el desarrollo de la prueba se fueron introduciendo al juego y del nerviosismo pasaron a la alegría y a disfrutar cada una de las distintas actividades que conforman el juego.

Al finalizar cada una de las tareas, los usuarios mostraron un gran entusiasmo por el juego y los diferentes elementos del mismo, mencionan que es divertido y entretenido, que les gusta mucho y que su uso es fácil. Esto se puede resumir en una frase mencionada por uno de los usuarios: *"...el juego me gustó mucho, es muy entretenido, y lo que más me gusta es que me divierto y aprendo..."*.

Después de realizar las pruebas se encontraron algunas deficiencias en el juego, las cuales se enlistan a continuación:

1. En el menú principal es necesaria la opción "No" en la parte superior derecha de la pantalla como alternativa para salir del programa.
2. En la actividad de "Castillo de Arena" dentro del escenario "La Playa" se necesitan cambiar la forma de representación de las ventanas y las puertas del castillo, ya que los usuarios mencionaron que no las distinguían bien.

5.5. Correcciones al sistema

En la Figura 5.4 (a) se muestra la interfaz del menú original, y en la (b) se muestran las correcciones realizadas a ésta, en la que se puede observar en la esquina superior derecha la opción *No* como alternativa para salir del programa. En la Figura 5.5 se muestran las correcciones realizadas a la actividad de "Castillo de Arena" dentro del escenario "La Playa" donde la forma de representar las ventanas en la original (Figura 5.5 (a)) no es distinguida muy bien por los niños, teniendo como resultado una forma más fácil de identificación (Figura 5.5 (b)).



(a) Menú Original



(b) Menú Corregido

Figura 5.4. Menú Inicial.



(a) Ventanas y puertas originales



(b) Ventanas y puertas corregidas

Figura 5.5. Actividad Castillo de Arena.

CAPÍTULO 6

Conclusiones y Trabajo Futuro

El juego educativo desarrollado en el presente trabajo de tesis cumplió satisfactoriamente con el objetivo general y los objetivos particulares planteados al inicio. Se detectó que en el eje de tratamiento de la información y en el subtema de resolución de problemas y elaboración de preguntas sencillas los niños que cursan el primer grado de primaria presentan mayor dificultad de aprendizaje. También se pudo afirmar que los niños de este nivel de escolaridad son usuarios factibles para el uso de dispositivos móviles, como lo demostraron las pruebas de usabilidad realizadas a niños cuya edad oscilaba entre 6 y 7 años. Pero al ser sus manos pequeñas para su óptimo uso es necesario un dispositivo pequeño, que no pese mucho, para que puedan sostenerlo en sus manos y utilizar el stylus para manipularlo; de otra forma lo tienen que apoyar en su regazo, en la mesa de trabajo u otra superficie. Además de esto, el PDA debe ser visualmente llamativo para ellos, no debe aparentar formalidad, ni colores tristes y apagados, sino llamativos y una forma atractiva para ellos, por lo cual se determinó que el dispositivo más adecuado para estos usuarios es la Palm Zire 71.

La aplicación resultante de este trabajo de tesis es una herramienta llamativa para los niños, en la que se divierten y aprenden mediante actividades basadas en los planes de estudio y metodologías propuestas por la Secretaría de Educación Pública para la enseñanza del eje de tratamiento de la información de matemáticas de primer grado de primaria. Así mismo profesores que imparten este grado de escolaridad mencionan que la herramienta es muy útil para los niños, ya que es muy llamativa gráficamente y fácil de utilizar para ellos, de igual forma incluye actividades entretenidas en las que los niños ejercitan y practican lo visto en clase en escenarios de la vida cotidiana. Todo esto quedó comprobado a través de pruebas de usabilidad con la aplicación terminada.

En el ámbito de programación utilizando las clases de GapiDraw en CodeWarrior se creó una clase la cual permite un manejo más sencillo e intuitivo de las imágenes. Esta clase se puede reutilizar en otras aplicaciones para manipulación de gráficos, ya que incluye métodos para la creación, despliegue, destrucción de imágenes, y desplazamiento en posición vertical y horizontal.

Este juego plantea una estructura muy flexible en cuanto a la adición de nuevos escenarios. Aunque el juego no permite más de tres escenarios, estos son fácilmente sustituibles, ya que cada escenario es una clase diferente y mediante sencillos pasos se pueden incluir otros escenarios dentro del juego, permitiendo enfocar a este juego a diferentes ejes del aprendizaje de las matemáticas, e inclusive a diferentes grados y materias.

Es conveniente continuar el desarrollo de este tipo de aplicaciones, ya que permite a los alumnos reafirmar lo visto en clase de una manera divertida y entretenida, de igual forma al generar competitividad entre ellos estimula su uso y la búsqueda de mejores puntuaciones, lo cual permite un buen aprovechamiento del sistema.

Como trabajo futuro se plantea el implantar este sistema en alguna institución primaria para apoyar a los niños en el aprendizaje de las matemáticas de primer grado. Así como realizar una investigación de campo y proponer escenarios para el eje de los números, sus relaciones y sus operaciones, ya que este es el segundo de mayor dificultad para los niños de primer grado de primaria.

También se tiene planeado analizar las deficiencias en matemáticas en otros grados de escolaridad para proponer escenarios y actividades y así crear una nueva versión del juego “¡Observa y Aprende!”.

Referencias

Bibliografía

- [1] Dirección General de Materiales y Métodos Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal, *Fichero de actividades, Matemáticas Primer Grado*. Secretaría de Educación Pública. México, 2003.
- [2] Dirección General de Materiales y Métodos Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal, *Libro para el maestro, Matemáticas Primer Grado*. Secretaría de Educación Pública. México, 2003.
- [3] Fischer De La Vega, Laura \ Navarro Vega Alama Emma. *Introducción a la investigación de mercados*. México, 1996, McGraw-Hill.
- [4] Gilutz, Shuli, et. al., *Children's Online Interfaces : Is usability testing worthwhile?*, Proceeding of the 2003 conference on Interaction design and children. Julio 2003.
- [5] Hanna, Libby. *Guidelines for Usability Testing with Children*. Interactions Volumen 4 Tema 5. Septiembre 1997.
- [6] Jacobson, Ivar, *The Unified Software Development Process*. Addison Wesley. USA, 1999.
- [7] Jamsa, Kris, *Instant Palm OS Applications*. McGrawHill. USA, 2001.
- [8] Nielsen, Jakob, *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann/Academic Press, USA, 1993.
- [9] Secretaría de Educación Pública. *Educación Básica PRIMARIA Plan y programas de estudio*. Secretaría de Educación Pública. México, 1993.

URLS

- [URL1] 3G Ameritas. *Estadísticas: GSM, 3G y más allá*. Disponible en: http://www.3gameritas.org/PDFs/media_kit/esp/tech_stats_july2005_span.pdf. Consultado en Julio 2005.
- [URL2] Alexander, Dey. *Empowering users through user-centred web design*. Monash University. Disponible en: <http://www.its.monash.edu.au/staff/web/slideshows/ucd/spusc.html>. Consultado en Noviembre 2005.
- [URL3] Bevan, Nigel. Curson, Ian, *User centred design standards*. Disponible en: <http://www.usabilitynet.org/trump/resources/standards.htm>. Consultado en Febrero 2005.
- [URL4] Develant. *GapiDraw*. Disponible en: <http://www.gapidraw.com/gapidraw.php>. Consultado en Diciembre 2005.
- [URL5] Ferré Grau, Xavier, *Principios Básicos de Usabilidad para Ingenieros Software*. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software. Madrid, España. Disponible en: <http://www.ls.fi.upm.es/udis/miembros/%20xavier/papers/usabilidad.pdf%20archivo%20USABILIDAD.PDF>. Consultado en Febrero 2005.
- [URL6] Flood, Kevin, *Game Unified Process*. GameDev.net. Disponible en: <http://www.gamedev.net/reference/articles/article1940.asp>. Consultado en Diciembre 2005.

-
- [URL7] Floría Cortés, Alejandro, *Recopilación de Métodos de Usabilidad*. Disponible en: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/quees/usab.htm>. Consultado en Enero 2005.
- [URL8] Glissmeyer, Mark. *Palm Zire 71*. PDASupport. Disponible en: <http://www.pdasupport.com/Zire71.htm>. Consultado en Noviembre 2005.
- [URL9] Manchón, Eduardo, *¿Qué es la usabilidad?*. Disponible en: http://www.ainda.info/que_es_usabilidad.htm. Consultado en Enero 2004.
- [URL10] Nielsen's J., *Alextbody: Why You Only Need to Test With 5 Users*. Disponible en: <http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>. Consultado en Diciembre 2004.
- [URL11] Orion, *PDA Experto: Cómo escoger acertadamente nuestro PDA*. Disponible en: http://www.pdaexpertos.com/Articulos/Columna_de_Orion/53.shtml. Consultado en Diciembre 2004.
- [URL12] Palencia Villa, Mercedes, *¿Por qué surge el PALEM?*. Disponible en: <http://www.latarea.com.mx/articu/articu0/palencia0.htm>. Consultado en Febrero 2005.
- [URL13] Reyna Ávila, Guadalupe, *La capacitación en PALEM, Propuesta para el Aprendizaje de la Lengua Escrita y la Matemática*. Disponible en: <http://www.latarea.com.mx/articu/articu23/reyna23.htm>, consultado en Febrero 2005.
- [URL14] Secretaría de Educación Pública. *Encilomedia: Una Nueva Forma de Aprender*. Disponible en: <http://www.encyclomedia.edu.mx>. Consultado en Diciembre 2005.
- [URL15] Secretaría de Educación Pública. *PortalSep*. Disponible en: <http://www.sep.gob.mx>. Consultado en Febrero 2005.
- [URL16] Usability Professionals' Assosiation, *What is User-Centered Design?*. Disponible en: http://www.upassoc.org/usability_resources/about_usability/what_is_ucd.html. Consultado en Noviembre 2005.
- [URL17] Zúñiga M, Leonel, *Entrevista con Margarita Gómez-Palacio Muñoz*. Disponible en: <http://www.iacd.oas.org/La%20Educa%20115/dial.htm>. Consultado en Febrero 2005.