



# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

## ¿QUIÉN SE COME A QUIÉN?: JUEGO COLABORATIVO PARA NIÑOS DE PRIMARIA EN PALMS DE UN ECOSISTEMA UTILIZANDO BLUETOOTH

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

PRESENTA:

**LUISA ALBA AQUINO BOLAÑOS**

DIRECTOR DE TESIS:

**M.C. GABRIEL GERÓNIMO CASTILLO**

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA. ENERO DE 2006

# DEDICATORIAS

DEDICO ESPECIALMENTE CON PROFUNDO AMOR Y RESPETO A MIS  
QUERIDOS PADRES ARTURA Y ANTONIO POR SU AMOR,  
COMPENSIÓN Y APOYO INCONDICIONAL EN TODO MOMENTO

A MIS HERMANAS NORA E HILDA POR SER MIS AMIGAS Y MI MEJOR  
EJEMPLO DE SUPERACIÓN Y EMPEÑO

A MIS HERMANOS EDWIN, RENE Y ROBERTO POR BRINDARME SU  
APOYO EN TODO MOMENTO

A MIS AMIGOS RUBI, PAZ, RAMÓN Y MÓNICA POR COMPARTIR  
CONMIGO TANTOS MOMENTOS GRATOS, LLENOS DE ALEGRIA, DICHA  
Y FELICIDAD

# AGRADECIMIENTOS

A DIOS, POR PERMITIRME LLEGAR A ESTE MOMENTO

A MI ASESOR M.C. GABRIEL GERÓNIMO CASTILLO POR SU AMISTAD  
Y APOYO EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO DE TESIS

A LOS SINODALES M.C. MARIO MORENO ROCHA, M.C. RICARDO  
RUIZ RODRÍGUEZ E ING. WENDY Y. GARCÍA MARTÍNEZ POR EL  
TIEMPO DEDICADO A LA REVISIÓN DEL DOCUMENTO

A G.R. MOORE DE *POCKET PC STUDIOS* POR SU ENORME AYUDA Y  
ASESORIAS EN EL USO DE *GAPIDRAW*

AL D.G. JORGE VÁZQUEZ SÁNCHEZ, POR SU VALIOSA  
COLABORACIÓN EN EL DISEÑO GRÁFICO DE LA INTERFAZ DEL JUEGO  
DESARROLLADO

AL M.C. RICARDO RUIZ RODRÍGUEZ POR FACILITAR SU PALM  
TUNGSTEN T5 PARA REALIZAR LAS PRUEBAS DURANTE EL DESARROLLO  
DEL JUEGO

AL M.C. MARIO MORENO ROCHA, POR LAS FACILIDADES  
PRESTADAS PARA EL USO DE LAS INSTALACIONES A SU CARGO

## ÍNDICE

Índice .....	iii
Lista de Figuras .....	vi
Lista de Tablas .....	vii
Capítulo 1. Panorama General.....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Particulares .....	4
1.4 Hipótesis.....	4
1.5 Justificación.....	4
1.6 Ecosistemas y el Modelo Depredador - Presa .....	5
1.7 Planteamiento de la Aplicación .....	6
1.7.1 Escenario.....	6
1.7.2 Reglas Generales del Juego .....	7
1.7.3 Condiciones Iniciales.....	8
1.7.4 Tecnología Utilizada.....	8
Capítulo 2. La Colaboración y la Tecnología Bluetooth .....	9
2.1 Introducción .....	9
2.2 Modelos de Aprendizaje Cooperativo y Colaborativo.....	10
2.2.1 Aprendizaje Cooperativo .....	10
2.2.2 Aprendizaje Colaborativo .....	11
2.3 Una Aproximación a CSCL .....	12
2.3.1 Modelos Colaborativos Aplicando CSCL .....	13
2.3.2 Niveles de Interacción Colaborativa .....	14
2.4 La Tecnología Bluetooth para la Colaboración.....	14
2.4.1 Arquitectura de la Pila de Bluetooth .....	15
2.5 Dispositivos Móviles: Palms .....	16
Capítulo 3. Análisis y Diseño.....	18
3.1 Introducción .....	18
3.2 Concepción y Especificación del Juego .....	19
3.3 Guía del Arte .....	19
3.4 Guía de la Historia .....	21

---

3.5 Especificaciones Técnicas .....	22
3.5.1 Descripción General de la Aplicación.....	22
3.5.2 Descripción Funcional .....	23
3.5.2.1 Funciones de Comunicación .....	23
3.5.2.2 Funciones de Interfaz .....	24
3.5.2.3 Funciones de Manejo de la Base de Datos .....	24
3.5.3 Restricciones.....	25
3.5.4 Requerimientos de la Aplicación .....	25
3.5.5 Especificación de los Casos de Uso.....	25
3.5.5.1 Diagrama General de Casos de Uso .....	26
3.5.5.2 Caso de Uso: Nuevo Juego .....	27
3.5.5.3 Caso de Uso: Jugar (Rol: Maestro).....	29
3.5.5.4 Caso de Uso: Consultar Resultados .....	32
3.5.5.5 Caso de Uso: Jugar (Rol: Esclavo).....	34
Capítulo 4. Implementación.....	36
4.1 Introducción .....	36
4.2 Desarrollo de la Aplicación .....	37
4.3 Descripción Funcional .....	38
4.4 Módulo Configuración del Juego .....	38
4.5 Módulo Jugar .....	39
4.5.1 Funciones "Antes del Juego" .....	39
4.5.2 Funciones "Durante el Juego" .....	40
4.5.3 Funciones "Después del Juego" .....	41
4.6 Módulo Base de Datos .....	42
4.7 Módulo de Comunicación con Bluetooth.....	44
4.7.1 Algoritmo de Comunicación para el Maestro .....	45
4.7.2 Algoritmo de Comunicación para los Esclavos.....	46
Capítulo 5. Pruebas .....	47
5.1 Introducción .....	47
5.2 Usabilidad .....	47
5.3 Pruebas de Usabilidad.....	48
5.4 Evaluando la Usabilidad del Juego Colaborativo .....	48
5.4.1 Metodología .....	48
5.4.2 Muestra.....	48

---

5.4.3 Materiales .....	49
5.4.4 Procedimiento .....	49
5.4.5 Resultados.....	51
5.4.5.1 Usabilidad del Software .....	51
5.4.5.2 Usabilidad del Hardware .....	52
5.4.5.3 Observaciones Finales.....	52
5.5 Modificaciones al Juego.....	53
Capítulo 6. Conclusiones y Trabajo Futuro .....	54
6.1 Conclusiones .....	54
6.2 Trabajo Futuro .....	55
Referencias .....	56

**LISTA DE FIGURAS**

Fig. 1.1 Escenario propuesto para la aplicación. ....	7
Fig. 1.2 Vista a través del dispositivo móvil .....	7
Fig. 2.1 La pila de protocolos de Bluetooth .....	15
Fig. 3.1 Modelo GUP .....	19
Fig. 3.2 Colores usados en la encuesta .....	20
Fig. 3.3 Preferencia de colores de las niñas y niños.....	20
Fig. 3.4 Preferencia de personajes.....	21
Fig. 3.5 Diagrama general de casos de uso del servidor .....	26
Fig. 3.6 Diagrama de secuencia del caso de uso nuevo juego.....	28
Fig. 3.7 Diagrama de secuencia del caso de uso jugar.....	31
Fig. 3.8 Diagrama de secuencia del caso de uso consultar resultados.....	33
Fig. 3.9 Diagrama de secuencia del caso de uso jugar (esclavos) .....	35
Fig. 4.1 Diagrama de clases de <i>Gapidraw</i> .....	37
Fig. 4.2 Pantallas de inicio al juego colaborativo .....	38
Fig. 4.3 Pantallas de configuración del juego colaborativo.....	39
Fig. 4.4 Pantallas del juego en ejecución.....	41
Fig. 4.5. Pantalla que indica que el juego a finalizado.....	42
Fig. 4.6 Pantalla que muestra las sesiones guardadas en la BD.....	43
Fig. 4.7 Pantallas que muestran los resultados de una sesión.....	44
Fig.4.8 Jerarquía del sistema Bluetooth para Palm OS .....	45
Fig. 5.1 Dispositivos usados en la prueba .....	49
Fig. 5.2 Biblioteca acondicionada para la prueba .....	50
Fig. 5.3 Niños jugando en el UsaLab.....	52
Fig. 5.4 Mejora de etiquetas en el Juego Colaborativo.....	53

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1.1 Proyectos enfocados a niños utilizando dispositivos móviles .....	3
Tabla 1.2 Temas relacionados con el Juego Colaborativo .....	5
Tabla 2.1 Principales modelos de aprendizaje cooperativo .....	10
Tabla 2.2. Comparación de las tecnologías de comunicación inalámbrica .....	16
Tabla 2.3. Modelos de Palms con tecnología Bluetooth.....	17
Tabla 3.1 Requerimientos básicos en las PDAs.....	25
Tabla 4.1 Mensajes para el usuario.....	40
Tabla 4.2 Funciones principales para el manejo de BD en Palm OS .....	43
Tabla 5.1 Perfil de usuario para las pruebas de usabilidad .....	49



# CAPÍTULO 1

## PANORAMA GENERAL

---

---

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El Programa Nacional de Educación emitido por la Secretaría de Educación Pública (SEP), menciona que la emergencia y la expansión acelerada de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, así como su impacto en la vida social, representan una oportunidad para el desarrollo educativo y, al mismo tiempo, plantean retos de orden financiero, técnico y pedagógico [14]. Se tiene clara la importancia del uso de tecnologías de información, por lo que es necesario buscar la forma de incorporarlas a las aulas, generando herramientas que resulten novedosas y atractivas, y que además estén sustentadas por metodologías de enseñanza-aprendizaje para el mejor aprovechamiento de los conocimientos en el aula.

Existen diversas teorías que analizan el comportamiento de los niños y tratan de encontrar nuevas formas de trabajo para un mejor aprendizaje. Algunas de estas teorías indican que la discusión, reflexión y toma de decisiones en un grupo de trabajo ayuda a construir nuevos conocimientos. A este tipo de aprendizaje se le conoce como aprendizaje colaborativo y requiere además considerar aspectos de comunicación y habilidades como planeación, negociación, tolerancia y habilidad para escuchar a otros [17].

Entre las ventajas sobresalientes del trabajo colaborativo se pueden mencionar las siguientes [URL 2]:

- Genera una Interdependencia positiva
- Promueve la interacción
- Valora la contribución individual
- Logra habilidades personales y de grupo
- Obliga a la evaluación

El aprendizaje colaborativo se ha adaptado a las nuevas tecnologías de la información apoyándose de la computadora como mediador en el proceso de aprendizaje. A este tipo de aprendizaje se le llama CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*). Ahora la comunicación no sólo se hace

cara a cara interactuando verbalmente, sino se puede realizar por medio de computadoras y dispositivos móviles como PDAs (*Personal Digital Assistant*) utilizando para ello algún protocolo de comunicación, como Bluetooth o WiFi.

El uso de PDAs, como herramienta de ayuda en la construcción de conocimiento resulta muy valioso, ya que a las ventajas del aprendizaje colaborativo se le añade la tecnología móvil, lo cual es algo novedoso e interesante, además de poder ser usados en cualquier hora y en cualquier parte. Entre las principales ventajas de contar con un PDA se pueden mencionar las siguientes:

- Tamaño adecuado para manejarlas en la palma de la mano.
- Móviles y con tecnología inalámbrica como Bluetooth y/o WiFi.
- Personales, accesibles y flexibles.
- Permiten soluciones colaborativas.

El hecho de que las PDAs permitan llevar a cabo el aprendizaje colaborativo es de sumo interés, ya que de acuerdo a diversas investigaciones se sabe que las relaciones entre alumnos inciden de forma decisiva sobre aspectos tales como socialización, adquisición de destrezas, adaptación y rendimiento escolar entre otros [18]. Por otro lado, la combinación de dispositivos móviles con aprendizaje colaborativo enfocado a la educación básica es novedoso en México.

Este trabajo de tesis tiene como finalidad desarrollar un juego colaborativo en dispositivos móviles (PDAs) que ayude a los niños a comprender el comportamiento de los ecosistemas, tema fundamental en la enseñanza de ciencias naturales a nivel primaria.

A continuación se habla de los antecedentes encontrados de este tipo de aplicaciones.

## **1.2 ANTECEDENTES**

Actualmente existen muchos grupos y universidades trabajando con CSCL, en la Tabla 1.1 se presentan algunos proyectos enfocados a niños utilizando dispositivos móviles.

**Tabla 1.1 Proyectos enfocados a niños utilizando dispositivos móviles**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Grupo de trabajo al cual pertenece</b>
<b>GENEY [3]</b>	Es un juego que ayuda a los niños a explorar conceptos de genética. Está enfocado para niños entre 10-13 años. El juego simula una pecera, los niños trabajan colaborativamente para generar un pez con características definidas.	School of Computing Science, Simon Fraser University, Canada.
<b>Ordenar palabras y números [11]</b>	El objetivo de este juego es que los niños (6-7 años) reconozcan y analicen la estructura de palabras dividiéndolas en sílabas para posteriormente ordenarlas. De igual manera se ordenan números ascendente o descendientemente.	Departamento de Ciencias de la Computación. Pontificia Universidad Católica de Chile.
<b>KidStory [15]</b>	Un grupo de niños inventan una historia. Cada niño dibuja una parte de la historia en su PDA, posteriormente envía su dibujo a una PC para su reproducción en una pantalla gigante.	Equator project, Mixed Reality Lab, University of Nottingham, UK.
<b>Hunting of the Snark [15]</b>	Es un juego de aventura, los niños trabajan por parejas y tratan de encontrar un tesoro. Para ello deben buscar pistas. Por medio de un PDA con el que cuentan van buscando las pistas.	
<b>Cooties™ [URL 6]</b>	Es un programa de simulación de transferencia de virus que los estudiantes usan colaborativamente. Los virus son transmitidos a otros dispositivos. Después de cada sesión los estudiantes deben encontrar al portador inicial del virus y determinar la ruta de infección.	GoKnow, Inc. y Universidad de Michigan.

Es importante destacar que todos los juegos colaborativos mostrados trabajan su comunicación mediante el puerto *InfraRed* (IR), el cual tiene como desventaja que la comunicación es uno a uno y lineal.

En la presente tesis se trata de cubrir esta deficiencia, dado que la comunicación de la aplicación planteada tiene como objetivo utilizar el protocolo Bluetooth.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un juego colaborativo en dispositivos móviles utilizando Bluetooth para la comunicación y teniendo como base el modelo depredador-presa.

### **1.3.2 *Objetivos Particulares***

- Que el niño comprenda a través del juego temas básicos de ciencias naturales.
- Analizar el comportamiento de los niños ante el problema de mantener un ecosistema en equilibrio.
- Utilizar la tecnología Bluetooth para la comunicación con los participantes del juego.
- Realizar pruebas de usabilidad del juego desarrollado para observar el comportamiento ante la tecnología utilizada (PDAs y protocolo Bluetooth).

## **1.4 HIPÓTESIS**

La presente tesis plantea la siguiente hipótesis: que por medio de un juego colaborativo en el cual se utilicen dispositivos móviles y se aplique la tecnología Bluetooth para la comunicación, los niños de 3° a 5° año de primaria comprendan de forma divertida, práctica y colaborativa conceptos básicos de un ecosistema en equilibrio.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

Cada día la tecnología se encuentra más al alcance de todas las personas, actualmente los dispositivos móviles, como PDAs y teléfonos celulares son más populares. Estadísticas muestran su gran crecimiento en toda Latinoamérica, partiendo de 28.92 millones de usuarios en el año 2004 a 74.25 millones en el año 2005 [URL 1]. Por esta razón, cada vez es mayor el número de aplicaciones que se pueden encontrar en el mercado, tanto en forma comercial como en forma libre. Aunado a esto, los niños en México y el resto del mundo se acercan cada vez más a la utilización de tecnología de punta. Por otro lado, se ha despertado gran interés por diseñar e implementar herramientas que apoyen el proceso enseñanza-aprendizaje en niños de nivel primaria, no sólo por parte de la SEP sino también por maestros, investigadores y estudiantes. Hasta el momento existe muy poco material en México que propicie el desarrollo del niño dentro o fuera del aula, que fomente el trabajo en forma individual y en equipo, además del aprendizaje colaborativo. Varios países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra y Chile ya han empezado a centrar su atención en fomentar el proceso enseñanza-aprendizaje colaborativo, y cuentan con investigaciones que muestran grandes beneficios.

Por otra parte, dentro de los objetivos fundamentales de la SEP en cuanto a la educación básica, se encuentra el enfocar la formación científica y tecnológica en torno al cuidado del medio ambiente. El propósito general de enseñar las ciencias naturales es desarrollar las capacidades y conocimientos que permitan al alumno comprender cada vez mejor el medio ambiente en el que se vive y se interactúa. Los programas de Ciencias Naturales en México organizan su contenido en cinco ejes temáticos: 1) los seres vivos, 2) el cuerpo humano y la salud, 3) el ambiente y su protección, 4) materia, energía y cambio, y 5) ciencia, tecnología y sociedad.

La presente tesis desarrolla un juego colaborativo “depredador-presa” como auxiliar en la enseñanza de temas de ecología y ciencias naturales, el cual puede ayudar en los grados de tercer a quinto año de primaria dado el temario que se cubre como lo muestra la Tabla 1.2.

**Tabla 1.2 Temas relacionados con el Juego Colaborativo**

<b>Grado</b>	<b>Temas</b>
<b>Tercero [12]</b>	Cadena alimenticia. ¿Quién se come a quién? Las plantas como productores primarios. Los animales como consumidores. Herbívoros, carnívoros y omnívoros.
<b>Cuarto [4]</b>	Ecosistemas. Seres vivos: Productores, consumidores y des-integradores. Cadena alimenticia. Niveles de organización de los ecosistemas: Individuo, especie, población y comunidad. Ecosistema marino. Productores y consumidores. Componentes del ecosistema del ser humano. Suelo, agua, aire.
<b>Quinto [6]</b>	Componentes de los ecosistemas. Factores bióticos y abióticos. Cambios en los ecosistemas. Cambios naturales y alterados por el hombre. Ecosistemas en equilibrio.

## 1.6 ECOSISTEMAS Y EL MODELO DEPREDADOR - PRESA

Dentro del estudio de las ciencias naturales se encuentra el estudio de los ecosistemas; un ecosistema se forma de una comunidad de organismos vivos y el ambiente físico con el que tiene intercambios (masa, energía o información) y juntos cambian en el tiempo [13]. Dadas ciertas condiciones iniciales, las poblaciones oscilan y reproducen ciclos que se repiten y mantienen al ecosistema en equilibrio, a este comportamiento se le llama dinámica de las poblaciones.

La dinámica de las poblaciones depende de su densidad, tasa de natalidad y mortandad, su distribución, los sexos y edades de sus miembros, y otros factores internos y externos (como son el alimento con el que cuentan). Uno de los

comportamientos más notorios de las poblaciones es el crecimiento, por ejemplo, en un ecosistema en el que existen solamente presas, sin un depredador, su crecimiento aumentará linealmente de acuerdo a su tasa de natalidad y el alimento con el que cuentan. Por otro lado si en el ecosistema solamente habitan depredadores, el número de estos decrecerá según su tasa de mortandad debido a que no cuentan con alimento.

El modelo depredador-presa muestra la relación que existe entre un depredador y sus presas cuando existe interacción entre ambas especies. Este modelo fue propuesto por los matemáticos Lotka y Vito Volterra, y parte de cuatro supuestos [19]; 1) la población es homogénea, no se toman en cuenta factores como la edad y el sexo, 2) medio homogéneo, determinado por las características físicas y biológicas entre otras, 3) la especie depredadora se alimenta exclusivamente de la especie presa, mientras que ésta se alimenta de un recurso que se encuentra en el hábitat en grandes cantidades, el cual sólo interviene de forma pasiva, y 4) los encuentros de la especie depredadora con la especie presa son igualmente probables. La aplicación desarrollada en la presente tesis solamente toma en cuenta los tres primeros supuestos, ya que en el cuarto se habla de probabilidades de encuentros y en el Juego Colaborativo los niños son los que determinan estos encuentros.

A continuación se dará una breve descripción del juego a desarrollar.

## **1.7 PLANTEAMIENTO DE LA APLICACIÓN**

De acuerdo a los objetivos planteados, se propone la realización de una aplicación colaborativa para dispositivos móviles PDAs que permita jugar a un grupo de niños que cursen entre el tercero y quinto año de primaria aplicando sus conocimientos de "Ecosistemas en equilibrio".

### ***1.7.1 Escenario.***

Se simula un ecosistema (población y medio ambiente). La población está compuesta por lobos (depredadores) y conejos (presas). Los lobos y conejos deambularán en un medio ambiente delimitado. Se envía a cada dispositivo la información de la población inicial y su posición para poder llevar a cabo el juego. En la Fig. 1.1 se observa un bosquejo general del escenario.



*Fig. 1.1 Escenario propuesto para la aplicación.*

### **1.7.2 Reglas Generales del Juego**

Las reglas generales del juego son las siguientes:

- Cada jugador puede ver en la pantalla de su dispositivo una parte de todo el escenario. El jugador puede mover la ubicación del visor para permitir ver otra parte del escenario (Fig. 1.2).
- En el juego algunos niños pueden manipular a las presas y sólo uno puede mover a los depredadores.
- Los depredadores se comen a los conejos cuando ocurre la intersección con uno de ellos.
- A través de mensajes se les informa a los jugadores cuando un conejo es devorado, cuando existe un mínimo de comida y advertencias del juego.



*Fig. 1.2 Vista a través del dispositivo móvil*

La aplicación se jugará por sesiones de 5 minutos, al término de ésta, el ecosistema deberá estar en equilibrio, es decir, deberá haber una proporción entre lobos y conejos.

**1.7.3 Condiciones Iniciales**

Al inicio de cada sesión el profesor o el jefe del equipo configurarán los valores de inicio, como número de lobos, conejos y tasa de natalidad de los conejos, así como agregar a los demás integrantes del equipo.

**1.7.4 Tecnología Utilizada**

La comunicación entre los dispositivos se realizará por medio de la tecnología Bluetooth.



## CAPÍTULO 2

### LA COLABORACIÓN Y LA TECNOLOGÍA BLUETOOTH

---

---

#### 2.1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, el proceso de enseñanza-aprendizaje ha sido estudiado y analizado por psicólogos y pedagogos, surgiendo así diversos paradigmas de aprendizaje, los cuales describen la manera en que las personas adquieren los conocimientos. Entre los principales paradigmas del siglo XXI se encuentran: el del comportamiento, el cognotivismo y el constructivismo. Actualmente, el de mayor énfasis es el constructivismo, el cual habla de la construcción de conocimientos a través de experiencias y no sólo de la transmisión de hechos y conocimientos. Piaget y Vigotsky fundaron sus teorías sobre este paradigma [URL 9].

El constructivismo hace énfasis en las relaciones sociales de trabajo entre los alumnos, y se deja de pensar que el aprendizaje sólo se da en el contexto individual y no en lo social. Tradicionalmente, psicólogos y pedagogos habían considerado la interacción alumno-profesor como la más importante y decisiva dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, dejando de lado a las relaciones entre alumnos. Esta concepción de las relaciones entre alumnos se debe a que se piensa que las relaciones entre alumnos permiten la distracción y bajan el rendimiento académico. Contrario a lo anterior, y de acuerdo principalmente a diversas investigaciones, se sabe que las relaciones entre alumnos inciden de forma decisiva sobre aspectos tales como socialización, adquisición de destrezas, adaptación y rendimiento escolar, entre otros [18]. Es por esta razón que se consideran importantes las organizaciones sociales en las actividades de trabajo, las cuales pueden ser cooperativas o colaborativas, competitivas o individualistas. Algunos autores no hacen distinción entre la cooperación y la colaboración, finalmente se refiere al trabajo en grupo, pero para el presente trabajo de tesis es importante hacer la distinción, debido a que en la cooperación, los integrantes del equipo se dividen el trabajo, no importando si existe interacción entre ellos o no, sólo importa que al final de la actividad reúnan todo el trabajo, en cambio, en la colaboración, lo más importante es la interacción, ya que la colaboración promueve la discusión,

reflexión y la toma de decisiones para que los estudiantes tengan claros los conceptos adquiridos.

A continuación, se presenta una breve descripción de diversos modelos de aprendizaje cooperativo y colaborativo.

## 2.2 MODELOS DE APRENDIZAJE COOPERATIVO Y COLABORATIVO

### 2.2.1 Aprendizaje Cooperativo

El aprendizaje cooperativo se fundamenta en ideas anteriores al constructivismo, basándose en ideas típicas del comportamiento. Los modelos de aprendizaje cooperativo se centran en el maestro y es visto como la enseñanza de determinado contenido, además, la competencia y las recompensas son usadas como motivadores del aprendizaje. Es importante tener en cuenta sus características debido a que muestran como estructurar grupos de trabajo. En la Tabla 2.1 se presentan algunos modelos de aprendizaje cooperativo, los primeros tres orientados a lo social y los dos siguientes a lo cognoscitivo [16].

*Tabla 2.1 Principales modelos de aprendizaje cooperativo*

<b>Nombre</b>	<b>No. Integ.</b>	<b>Características principales</b>	<b>Componentes</b>
<b>STAD</b>	4 - 5	Los alumnos comparten las tareas. El equipo debe estar compuesto por diversos tipos de elementos.	Presentación, trabajo de equipo, exámenes, puntaje individual y reconociendo al equipo.
<b>JIGSAW</b>	4-5	Interdependencia entre los alumnos. Acceso parcial a la información por c/u de ellos. El equipo es heterogéneo.	Presentación, discusión del mismo tema con integrantes de los otros grupos, presentación de conclusiones, examen general de todo el material.
<b>JIGSAW II</b>	4-5	Bases similares a JIGSAW. Acceso total de la información. Puntaje individual y por equipo.	Presentación, discusión de un tema por un integrante ante sus compañeros, examen general.
<b>Guión Cooperativo</b>	2	Los integrantes usan procesos cognoscitivos poco comunes.	Análogo a un guión de teatro (emisor y receptor).
<b>Enseñando Recíprocamente</b>	3-5	Características similares al guión cooperativo. Usado para entender y recordar un texto. El maestro se une al equipo y tiene un rol activo.	Maestro y equipo toman turnos dirigiendo la discusión de un texto. Se lleva a cabo 4 actividades rutinarias: cuestionamiento, clarificación, resumen y predicción.

Todos estos métodos usan algún tipo de interdependencia positiva entre los estudiantes ya sea en cuanto a las recompensas o en cuanto a la información

(JIGSAW). Además de ello, se puede observar otra similitud entre estos métodos, ya que requieren de una responsabilidad individual, debido a que finalmente se llega a una evaluación individual y no a una evaluación completa del desempeño del equipo. En las secciones siguientes se describen modelos de aprendizaje colaborativo donde lo importante es el desempeño general del equipo.

### **2.2.2 Aprendizaje Colaborativo**

El aprendizaje colaborativo se basa en la investigación y búsqueda (descubrimiento) para formar un nuevo conocimiento de lo que se quiere aprender. Mientras que la búsqueda centra su proceso en la generación de conceptos e ideas con bajo nivel de asesorías, la investigación se basa en etapas donde los estudiantes llegan sistemáticamente a encontrar reglas científicas. Para llegar a la solución de algún problema planteado, varios autores afirman que es válido utilizar el método inductivo, el pensamiento crítico o reflexivo, el método científico o el aprendizaje conceptual. Dentro de los modelos de aprendizaje que se basan en la investigación tenemos a los siguientes [16]:

- **Aprendizaje Basado en el Descubrimiento (*Discovery Learning*)**. Enfatiza las experiencias culturales que los niños tienen. La estructura del conocimiento va de lo real a lo simbólico, así, para que los niños lleguen a la abstracción del conocimiento es necesario que ellos primero conozcan algo real, después algo representativo como una imagen hasta llegar a un símbolo, como lo es un número.
- **Grupos de Investigación**. Consiste en la organización de un plan general de trabajo donde los estudiantes se organizan en pequeños grupos (2-6) usando investigación cooperativa. Cada equipo estudia un sub-tema del tema general estudiado por todo el grupo. La investigación incluye: investigación, interacción, interpretación y motivación intrínseca. El proceso incluye seis fases que van desde seleccionar un tema hasta presentar la investigación a toda la clase.
- **Investigación Progresiva**. Guía a los estudiantes a generar investigación para intuir nuevas teorías buscando información explicatoria. Este método se divide en 4 fases: i) creación del contexto, se introduce a los alumnos dentro del contexto del problema, esto ayuda a que los alumnos vean la importancia del problema y aumenta el interés por resolverlo, ii) establecimiento de preguntas que guíen a la investigación, iii) creación de una teoría, Los estudiantes usan todos los conocimientos

para hacer inferencias y ampliar su conocimiento, iv) fase en la que los alumnos comparten la nueva información.

- **Aprendizaje Basado en el Problema.** Los principales componentes de este modelo son: formulación del problema, aplicación de conocimiento, aprendizaje auto-dirigido, abstracción y reflexión. Los equipos están conformados por cuatro a cinco integrantes y cada grupo tiene un facilitador. El objetivo principal es encontrar la solución de un problema. Para ello los estudiantes entran en un ciclo en el que van pasando por diversas etapas, depurando la solución. Las etapas son: i) basados en el conocimiento que poseen, los estudiantes intentan generar una hipótesis, ii) los estudiantes buscan en diversas fuentes, iii) evalúan la información encontrada con sus compañeros para reunir las piezas esenciales en la solución del problema.
- **Aprendizaje Basado en el Proyecto.** El principal objetivo de este modelo es que los estudiantes construyan su conocimiento, trabajando y usando ideas, la principal diferencia con los otros modelos radica en el resultado, el cual forzosamente debe ser un artefacto real que pueda ser evaluado y usado por sus demás compañeros. Este modelo se lleva a cabo en cinco etapas i) Revisión inicial, ii) Descomposición, iii) Composición, iv) Depuración y v) Revisión final.

Finalmente el aprendizaje colaborativo sirve de base para entender a CSCL, el cual es descrito a continuación.

### 2.3 UNA APROXIMACIÓN A CSCL

Como se mencionó en la sección anterior, el aprendizaje colaborativo ha tomado gran importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje en la actualidad. El sistema educativo en sus diferentes niveles se encuentra inmerso dentro de un proceso de cambio, no sólo social, sino también en las innovaciones tecnológicas, principalmente de información y comunicaciones. CSCL surge como una forma de apoyar al aprendizaje colaborativo por medio de recursos informáticos, no perdiendo de vista la discusión, reflexión y la toma de decisiones.

Para el caso de CSCL no es posible aplicar directamente algún modelo de aprendizaje cooperativo o colaborativo como se hace en la forma tradicional, es decir, sin la ayuda de una computadora. Con la introducción de una computadora el aprendizaje puede tomar diversas formas como son:

- **A distancia / Cara a cara.** Es posible en la actualidad tener procesos aprendizaje colaborativo a distancia todo gracias al avance en las comunicaciones.
- **Síncrono / Asíncrono.** El proceso de aprendizaje puede llevarse a cabo al mismo tiempo o en distintos tiempos.

Para el caso del juego colaborativo propuesto en la presente tesis, la colaboración se lleva a cabo cara-cara y de manera síncrona.

A continuación se muestran tres modelos de CSCL, los cuales se diferencian de los modelos de aprendizaje colaborativo porque en estos se integra una tecnología de comunicación. Es importante destacar que el ambiente proporcionado por la tecnología carece de importancia si no se toman en consideración todos los aspectos de aprendizaje colaborativo que ya se han mencionado.

### **2.3.1 Modelos Colaborativos Aplicando CSCL**

Dentro de los modelos de aprendizaje colaborativo se encuentran los siguientes [16]:

- **Shape.** Se basa en conferencias en la Web. Los estudiantes redefinen el problema planteado, después, reflexionan con unos cuestionarios en línea que el jefe del equipo proporciona a los participantes. Se requiere de una reflexión cara a cara para llegar a una solución.
- **Mundo Virtual 3D.** Este modelo provee un lugar compartido donde los estudiantes pueden acceder a un mundo virtual. La herramienta del software viene a fortalecer el conocimiento ayudando a los alumnos a realizar pruebas en él.
- **Videoconferencias.** Cada estudiante maneja dos roles: el rol de expositor cuando explica su teoría y de oyente cuando solamente escucha. La tecnología usada en este modelo consiste en un sistema que incluye audio, video y una pantalla que contiene el texto creado. Así como también permite la comunicación verbal síncrona.

El modelo a seguir en esta tesis es una combinación del modelo basado en Aprendizaje Basado en el Proyecto y Mundo Virtual 3D, ya que por un lado se le proporcionará a los alumnos una herramienta que simula un ecosistema (Mundo Virtual) y por otro, el resultado al que tienen que llegar es el equilibrio del ecosistema (resultado real, no examen).

Aunque los modelos seleccionados no especifican el número de integrantes del grupo colaborativo, se determina que los equipos deben estar integrados de 2 a 6 elementos, para asegurar que todos los integrantes del equipo participen [URL 3].

Otro punto importante a tomar en cuenta en el diseño de la aplicación colaborativa es el nivel de interacción.

### **2.3.2 Niveles de Interacción Colaborativa**

Para definir el tipo de soporte que se proporciona a los alumnos que trabajan con CSCL se clasifica el nivel o superficie de colaboración [1]:

- **Pantalla:** Varios usuarios comparten la pantalla completa, por ejemplo, los usuarios trabajan individualmente sobre la pantalla o colaboran utilizando varios cursores mediante un mecanismo de control por turnos.
- **Ventana:** Comparten la interfaz de una aplicación, por ejemplo, en una página Web un integrante dirige la visita haciendo que los demás vean lo que él quiere que vean.
- **Aplicación:** Utilizar una aplicación multiusuario que permita interactuar de forma diferente con cada usuario y puede presentar una vista distinta de la información que comparten los participantes. Un ejemplo puede ser un editor compartido en el que un grupo de personas editan un mismo documento, pero cada uno puede estar viendo y modificando al mismo tiempo partes distintas del documento.

El nivel de interacción colaborativa en el cual se basa la presente tesis es en la Aplicación.

## **2.4 LA TECNOLOGÍA BLUETOOTH PARA LA COLABORACIÓN**

Bluetooth es un protocolo de comunicación inalámbrica, el cual utiliza una tecnología de radio de corto alcance y bajo poder. Es ideal para redes *ad-hoc* de voz y datos. Sus principales características son [2]:

- Los dispositivos pueden comunicarse a través del aire usando ondas de radio a una distancia de hasta 10 mts.
- Por ser de corto alcance, es también de bajo poder y por lo tanto los dispositivos pueden operar con baterías.
- Permite crear pequeñas redes llamadas Piconets, las cuales permiten conectar hasta 8 dispositivos en una misma red. Estas redes deben tener un maestro que reciba y envíe la información a todos en la red.

### 2.4.1 Arquitectura de la Pila de Bluetooth

La pila de protocolos de Bluetooth se define como una serie de capas análogo al Sistema Abierto de Interconexiones (OSI) [2]. Cada capa de la pila representa un protocolo diferente y es descrito por separado en un documento llamado especificación.

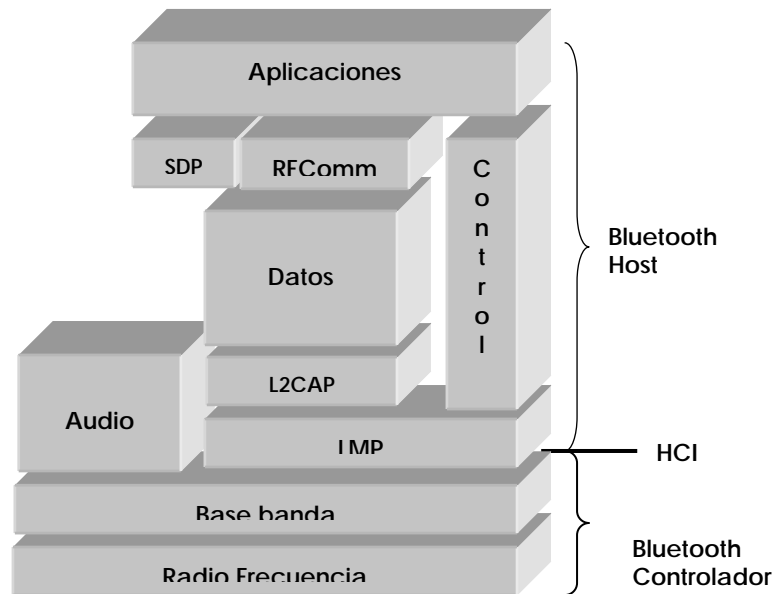


Fig. 2.1 La pila de protocolos de Bluetooth

Como muestra la Fig. 2.1, la pila de protocolos de Bluetooth puede ser dividida en 2 componentes: El host y el controlador (módulo de radio). Además se tiene al HCI (*Human Computer Interaction*) que provee una interfaz estándar entre el host y el controlador. El host está integrado por el software del sistema o el sistema operativo de la máquina o dispositivo. Por su parte el módulo de Radio de Bluetooth o controlador es un módulo de hardware como PC-CARD.

El Juego Colaborativo trabajará con el componente del host, y sólo abarcará la capa RFPComm, abriendo sockets para el envío de la información.

Además de Bluetooth existen otras tecnologías de comunicación inalámbrica en WLAN (*Wireless Local Area Network*) como IEEE 802.11 e IR. Cada una de ellas ofrece diferentes características y funcionalidades. En la Tabla 2.2 se muestra una comparación de las tecnologías de comunicación inalámbrica [9].

**Tabla 2.2. Comparación de las tecnologías de comunicación inalámbrica**

Característica	IR	WLAN (IEEE 802.11)	Bluetooth
<i>Rango</i>	1 m	100 m	10- 100 m
<i>Dispositivos soportados</i>	2	Conectados a través de un Access Point	8 activos
<i>Tipo de conexión</i>	Infrarrojo	Espectro amplio	Espectro amplio
<i>Energía</i>	40 – 50 mW/Sr	100 mW	10 – 100 mW
<i>Velocidad máxima</i>	9600 bps – 16 Mbps	11 Mbps	1 Mbps

Bluetooth fue elegido para la comunicación entre los dispositivos del juego propuesto en esta tesis por las siguientes razones:

- Alcance ideal. Si se toma en cuenta que los dispositivos trabajarán dentro de un salón de clases, resulta ideal el alcance que tiene Bluetooth.
- Número de dispositivos permitidos. Las redes *Piconets* son ideales para llevar a cabo el aprendizaje colaborativo por el número de dispositivos que se pueden conectar a ella.
- Flexibilidad. Bluetooth permite el libre movimiento de los dispositivos siempre y cuando estén dentro del rango permitido a diferencia de la tecnología IrDA en el que los dispositivos deben mantenerse apuntándose uno al otro para que se pueda llevar a cabo la comunicación.
- Bajo consumo de corriente. Los dispositivos con los que se trabajan son Palms, las cuales no contienen una batería de alto consumo.

## 2.5 DISPOSITIVOS MÓVILES: PALMS

Específicamente el Juego Colaborativo se desarrolla para PDAs. Un PDA es un dispositivo de mano que combina cómputo, telefonía, Internet y características de red [URL 14]. Las Palms son un tipo de PDA desarrolladas por la compañía Palm Inc., estos dispositivos son ligeros, cómodos, permiten el libre desplazamiento y son fáciles de usar para los niños [8]. Además algunos modelos cuentan con la tecnología inalámbrica Bluetooth, lo cual los hace ideales para el tipo de aplicación que se desarrolla. En la Tabla 2.3 se muestra un conjunto de modelos de Palms que soportan Bluetooth, además de algunas de sus características [URL 10].



**Tabla 2.3. Modelos de Palms con tecnología Bluetooth**

<i>Modelos</i>	<i>Sistema Operativo</i>	<i>Memoria</i>	<i>Procesador</i>	<i>Pantalla</i>	<i>Costo (Dólar)</i>
<i>LifeDrive</i>	Palm OS Garnet 5.4	4GB	416MHz	320x480	\$449
<i>Tungsten T5</i>	Palm OS 5.4	55MB	416MHz	320x480	\$349
<i>PEG - UX50 CLIE</i>	Palm OS 5.2	96MB	400MHz	480x320	Descontinuada
<i>Tungsten TX</i>	Palm OS 5.4	100MB	312MHz	320x480	\$299
<i>Tungsten T3</i>	Palm OS 5.2.1	52MB	400MHz	320x480	Descontinuada
<i>Tungsten E2</i>	Palm OS Garnet 5.4	32MB	200MHz	320x320	\$199
<i>Tungsten T2</i>	Palm OS 5.2.1	29.5Mb	144MHz	320x320	Descontinuada
<i>Zire 72</i>	Palm OS 5.2.8	24MB	312MHz	320x320	Descontinuada
<i>Tungsten T</i>	Palm OS 5.0	12MB	Texas Instruments OMAP1510	320x320	Descontinuada

Los dispositivos con los que se trabajaron en este proyecto de tesis fueron Tungsten T, T2, T5 y Liferdrive, dado que fueron los únicos con los que se contaba.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS Y DISEÑO

---

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

Existen diferentes modelos de desarrollo de software que se pueden aplicar de acuerdo al proyecto que se este implementando. En particular hasta hace poco tiempo no existía un modelo para el desarrollo de juegos, se tomaba cualquiera de los ya existentes, como el modelo en cascada, en espiral, prototipos, etc. Desafortunadamente estos modelos no funcionaban adecuadamente para el desarrollo de juegos y traían como consecuencia demoras en la entrega del proyecto y resultados no esperados por el cliente. GUP (*Game Unified Process*) surge de la necesidad de encontrar una metodología que guíe el desarrollo de un juego. Este proceso se basa en el modelo de cascada. Se diferencia del tradicional por añadir algunas cuantas fases, sobre todo a la hora de probar la usabilidad y funcionalidad del juego. En GUP al igual que en el modelo en cascada las fases del desarrollo se realizan de manera secuencial (ver Fig. 3.1), es decir, no se puede realizar una fase si la previa no está completamente terminada. GUP cuenta con las siguientes fases: Concepción, Especificación del juego, Guía del arte y de la historia, Especificaciones técnicas, Construcción, Pruebas QA (Quality Assurance) del sistema, Pruebas del juego, Pruebas Alpha, Pruebas Beta y Liberación Final [URL 4].

El diseño del Juego Colaborativo presentado en este trabajo de tesis utiliza GUP además del "Diseño Centrado en el Usuario", ya que en cada una de las etapas se toma en consideración al usuario. En las secciones posteriores se desarrollan las 4 primeras fases de GUP y en los siguientes capítulos se hablará de la construcción y pruebas hechas a la aplicación.

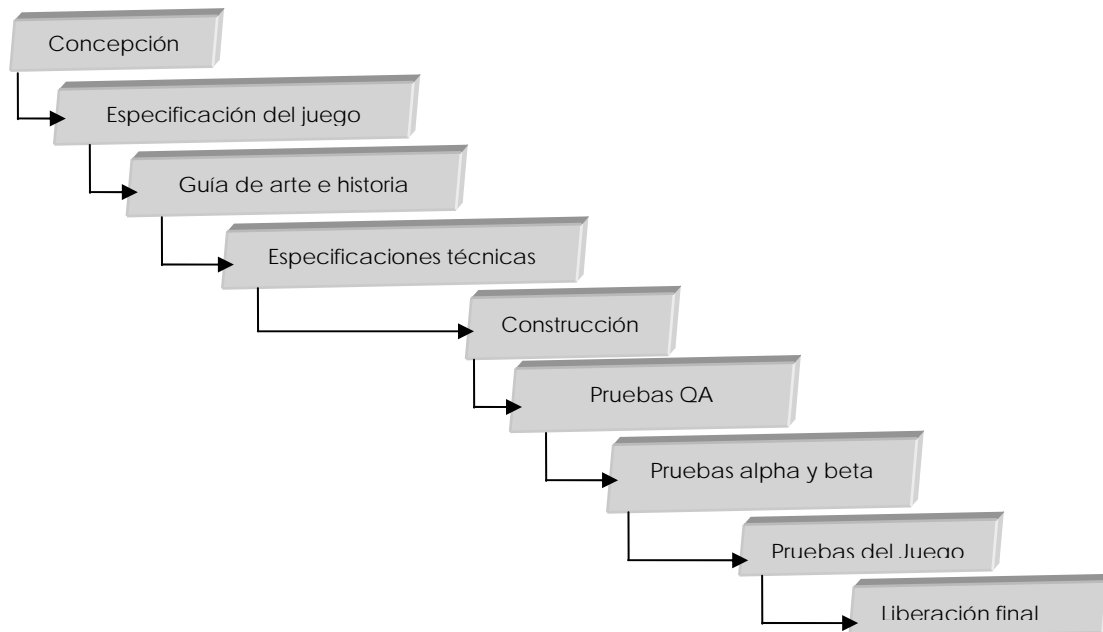


Fig. 3.1 Modelo GUP

### 3.2 CONCEPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL JUEGO

El juego colaborativo planteado en la presente tesis surge de la necesidad de contar con herramientas que apoyen al aprendizaje de las diferentes áreas en la educación básica. Este juego ayuda a reforzar los conocimientos de ciencias naturales, específicamente en temas como la cadena alimenticia, los ecosistemas en equilibrio y la conservación del medio ambiente. Básicamente el juego colaborativo está enfocado a niños de 3° a 5° año de nivel primaria.

El juego se lleva a cabo con diferentes dispositivos (PDAs), los cuales se comunican por medio de la tecnología de comunicación inalámbrica Bluetooth. Cada niño que participa en el juego cuenta con un dispositivo.

El escenario del juego es una pradera en la cual habitan conejos y lobos, los niños deben acordar la estrategia para mantener una relación entre el número de animales y evitar que se extingan.

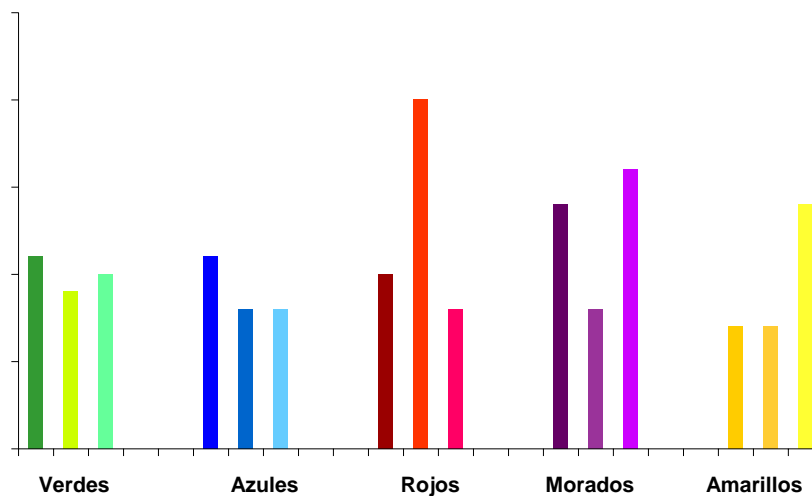
### 3.3 GUÍA DEL ARTE

El diseño de escenarios y personajes se realizó de acuerdo a una encuesta contextual hecha a niños que cursaban de 3° a 5° año de primaria. Esto se hizo para que los colores y tipos de personajes fueran del agrado de los usuarios finales. La encuesta se aplicó a cinco niñas y cinco niños de 3° de primaria de la escuela "Presidente Lázaro Cárdenas" del municipio de Huajuapán de León

en el estado de Oaxaca. En primer lugar se buscó distinguir los colores preferidos de los niños y niñas mostrándoles una serie de colores. En la Fig. 3.2 se observan los colores que se utilizaron en las encuestas. Como se puede observar en la Fig. 3.3 los resultados indican que los niños y niñas prefieren los colores fuertes.

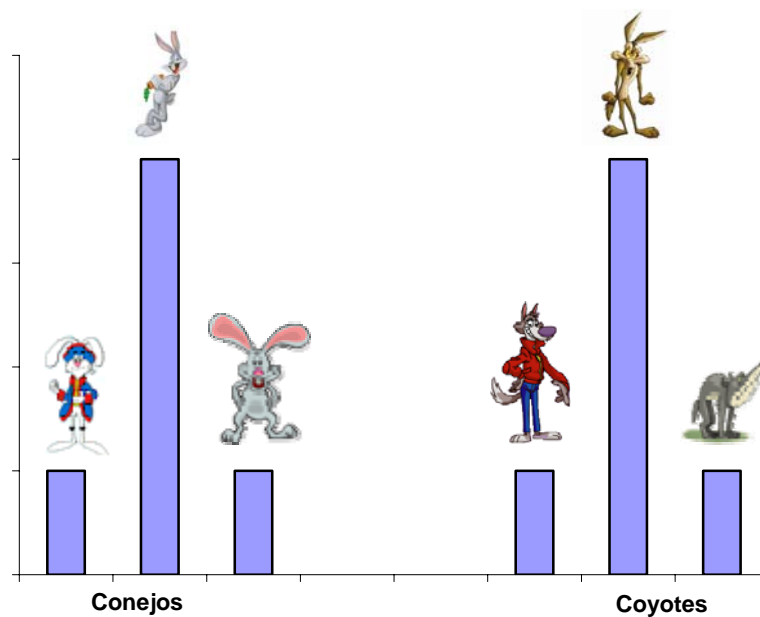


*Fig. 3.2 Colores usados en la encuesta*



*Fig. 3.3 Preferencia de colores de las niñas y niños*

En segundo lugar se les mostraron tres personajes diferentes de lobos y tres de conejos que van de lo caricaturesco a lo real para definir el tipo de escenario del juego y de los personajes. El tipo de personajes propuestos y los resultados se observan en la Fig. 3.4.



*Fig. 3.4 Preferencia de personajes*

Como se observa en esta gráfica existe una completa preferencia de los niños a los personajes intermedios. En esta misma pregunta se les pidió a los niños que propusieran nombres para los personajes y ellos propusieron nombres muy variados como conejito comelón, bigotes, orejas largas, ponky y kiki, para los conejos; y lobo bravucón, orejas, pedro, bart y rob, para los lobos.

Por último se les pidió a los niños que le dieran un nombre al juego de acuerdo a la breve descripción que se les dio del juego, aquí solamente dos niños respondieron, ya que les fue difícil porque no contaban con la suficiente información, las respuestas fueron, "¿Quién se come a quién?" y "Los animales". Finalmente el juego se llamó "¿Quién se come a quién?"

### 3.4 GUÍA DE LA HISTORIA

A continuación se describe de manera general la trama del juego colaborativo desarrollado.

El juego comienza ubicando a los jugadores en un entorno o medio ambiente (pradera), en el cual habitan presas (conejos) y depredadores (lobos). La finalidad del juego es mantener una proporción entre el número de presas y el número de depredadores, es decir, existe un rango en el cual pueden oscilar el número de presas y depredadores, si se salen de ese rango el ecosistema ya no estará en equilibrio. Si no existiera ninguna interacción entre los elementos

del ecosistema entonces el número de depredadores se decrementaría con el paso del tiempo por no contar con alimento y de acuerdo a una tasa de mortandad establecida al iniciar el juego; por el contrario, el número de presas se incrementaría de acuerdo a la tasa de natalidad también previamente establecida.

Se requiere que los jugadores muevan los elementos haciéndolos interactuar o algunas veces huir para poder llevar a cabo la finalidad del juego; para esto existen dos tipos de jugadores, aquellos que sólo pueden mover a las presas y los que solamente pueden mover a los depredadores. El movimiento de los elementos se realiza utilizando las teclas de cursor del dispositivo tomando en cuenta las siguientes restricciones:

1. Cada jugador solamente puede mover a un elemento a la vez.
2. El jugador sólo moverá los elementos que le correspondan de acuerdo al tipo de jugador que representa (como depredador o presa).
3. Las presas que nazcan durante el juego de acuerdo a la tasa de natalidad se mostrarán en posiciones seleccionadas de forma aleatoria.
4. Para que el depredador (lobo) se alimente sólo basta con acercarse a su presa (conejo).

### 3.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Esta fase de GUP se puede llevar a cabo a través de algún proceso de desarrollo de software orientado a objetos, entre los comúnmente usados se encuentra el RUP (*Rational Unified Process*, Proceso Racional Unificado) y XP (*Extreme Programming*, Programación Extrema), en el presente apartado se utilizará RUP apoyándose de otra herramienta llamada UML que es una especificación de la OMG (*Object Management Group*, Grupo de Administración de Objetos) y que define un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos<sup>1</sup> de los sistemas con objetos distribuidos [7].

#### 3.5.1 Descripción General de la Aplicación

Existen algunos juegos colaborativos en el mercado (ver Tabla 1.1), donde básicamente utilizan el puerto IR para la comunicación y la colaboración. Para el caso del presente juego colaborativo, ésto es una limitante ya que de

---

<sup>1</sup>En RUP, es el término general usado para representar algún producto de trabajo como: código, gráficos Web, esquemas de base de datos, documentos de texto, diagramas, modelos, etc.

esa manera las interacciones están restringidas a sólo dos participantes, por esta razón la comunicación se realiza a través del protocolo de comunicación inalámbrica Bluetooth, que da la facilidad de tener un mayor número de participantes.

El juego colaborativo simula una pradera en la que deambulan presas y depredadores, el alimento de las presas sólo se encuentra en el ambiente y no interviene de manera activa. Un dispositivo es configurado como maestro, el cual puede agregar a los demás jugadores, una vez que se establezca el maestro y quienes serán los esclavos ningún otro dispositivo se puede agregar a la sesión del juego.

Cuando se establece una sesión se inicializan algunas variables como número de presas, depredadores, etc. Al finalizar cada sesión la aplicación muestra la población final del ecosistema y un mensaje de éxito o fracaso. Además, el juego cuenta con el despliegue de mensajes durante toda la sesión, estos mensajes se refieren tanto al aumento como disminución de los animales y algunos mensajes de error.

### ***3.5.2 Descripción Funcional***

El juego colaborativo desarrollado en el presente trabajo cuenta con diferentes funciones las cuales se pueden clasificar en tres grupos; aquellas que se refieren a la comunicación, las que se refieren al manejo de la interfaz del juego y por último las funciones que se refieren a la base de datos.

#### **3.5.2.1 Funciones de Comunicación**

Para desarrollar esta parte de la aplicación es importante destacar el uso de la biblioteca proporcionada por PalmSource BtLib.h. Esta biblioteca accede directamente al hardware, proporcionando al programador una serie de funciones que le ayudan a comunicarse de manera más fácil. Las principales funciones que se realizaron en cuanto a comunicación son las siguientes:

- **Configuración de Bluetooth en el dispositivo.** Encuentra, carga y abre la librería a Bluetooth en el dispositivo, así como verifica si el dispositivo cuenta con la pila de Bluetooth. Si el dispositivo es el esclavo crea un socket RFCOMM y lo deja listo para escuchar mensajes, notificando a los demás su servicio disponible.
- **Creación de la red piconet.** Si el dispositivo es el maestro, entonces esta función se encarga de crear la red y agregar a otros usuarios estableciendo un enlace ACL (*Asynchronous Connection-Less*) con

cada uno de ellos, posteriormente establece la comunicación con todos sus esclavos a través de la creación de sockets RfComm.

- **Envío y recepción de datos a través de sockets.** A través de conexiones RfComm se realiza el envío y recepción de los datos, estos básicamente son la posición de los elementos (presas y depredadores) y la creación o extinción de alguno de ellos.

### 3.5.2.2 Funciones de Interfaz

En el caso del manejo de la interfaz fue necesaria la ayuda de GapiDraw. Gapidraw permite crear animaciones en 2D en dispositivos móviles como las Palm's. Las principales funciones realizadas fueron las siguientes:

- **Movimiento de los diferentes personajes en la pantalla.** Se fueron creando por medio de imágenes los diferentes personajes; los cuales pueden deambular en el ambiente. De acuerdo a la posición general en que se encuentra el personaje se establece si se visualiza en la pantalla.
- **Validación.** Para cada movimiento de un personaje se implementa una función de intersección para determinar si es posible llevar a cabo dicho movimiento, esto fue necesario ya que dos elementos del mismo tipo no pueden tener la misma posición. Además existen objetos en el ambiente como árboles y casas que tampoco pueden ocupar la misma posición que los personajes.

### 3.5.2.3 Funciones de Manejo de la Base de Datos

El juego colaborativo cuenta con una base de datos que almacena la información de cada sesión, se necesita implantar tres operaciones básicas. Estos métodos sólo los debe realizar el dispositivo maestro.

- **Guarda sesión.** Al finalizar cada sesión el juego automáticamente guardará los datos como: nombre de la sesión, nombre de los participantes, número de elementos inicial y final y los resultados (éxito o fracaso) dependiendo si el ecosistema se conserva o no en equilibrio.
- **Muestra datos de la sesión.** El profesor podrá consultar los resultados de las sesiones previas, mostradas ordenadamente (comenzando por la más antigua).
- **Borra datos de sesión.** La base de datos sólo podrá almacenar un máximo de seis sesiones, si el número de sesiones es sobrepasado entonces el juego elimina la sesión más antigua e inserta la reciente, reordenando la lista.



### 3.5.3 Restricciones

Las principales limitantes o restricciones del juego colaborativo son las siguientes:

- En el juego colaborativo sólo podrán participar un máximo de ocho participantes debido a que el juego está configurado para realizar una red piconet y ésta sólo permite un máximo de ocho integrantes incluyendo al maestro (servidor).
- El juego colaborativo sólo funciona en las PDAs de Palm debido a que la aplicación es desarrollada para el sistema operativo de Palm OS.
- La distancia física máxima entre los participantes es de 10m. Esta distancia la establece el hardware de comunicación de los dispositivos.
- El juego tiene un número máximo de animales que deambulan por el ambiente debido a la memoria limitada con que cuentan los dispositivos. En el escenario pueden haber de uno a treinta conejos y de uno a cinco lobos.

### 3.5.4 Requerimientos de la Aplicación

Las PDAs que se recomiendan utilizar en el juego colaborativo deben contar como mínimo con las características que se especifican en la Tabla 3.1.

*Tabla 3.1 Requerimientos básicos en las PDAs.*

<i>Hardware</i>	<i>Software</i>
Bluetooth Device	Sistema Operativo Palm OS 5.0 o superior
Memoria disponible	Biblioteca de Bluetooth v. 1.0 o superior
Pantalla de 320 x 320 pixeles o más	Soporte de GapiDraw

### 3.5.5 Especificación de los Casos de Uso

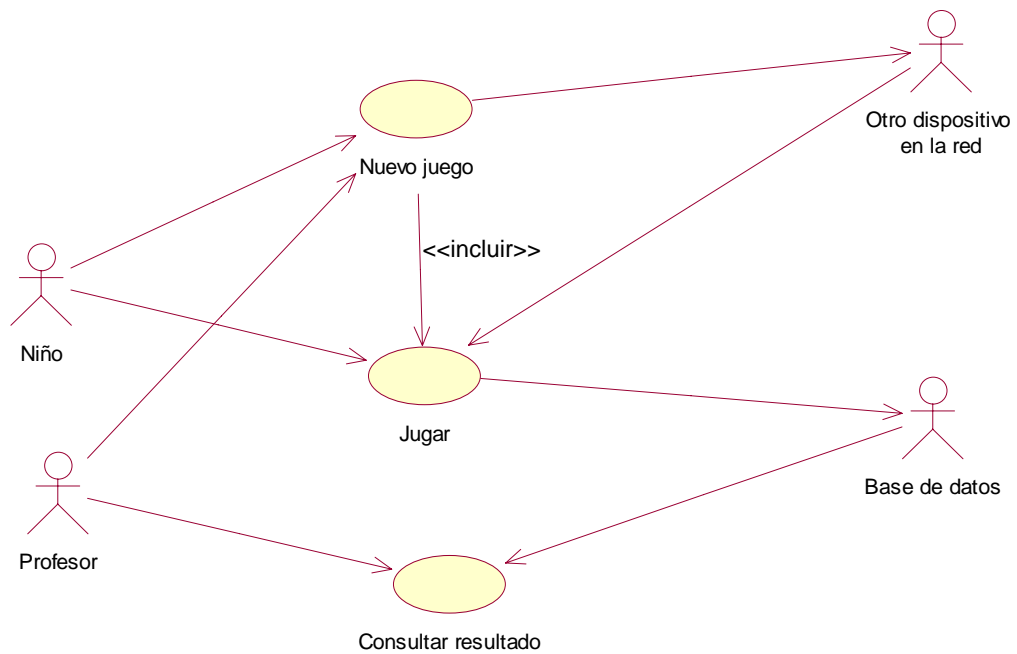
Los casos de uso de manera general se definen como una operación/tarea específica que se realiza tras una orden de algún agente externo, ya sea desde una petición de un actor o bien desde la invocación de otro caso de uso; un actor es un rol que un usuario juega con respecto al sistema. Un usuario no necesariamente representa una persona en particular, sino más bien la labor que se realiza frente al sistema [URL 12]. Para completar la parte del diseño del desarrollo de un software los casos de uso deben estar bien definidos, ya que de esa manera se describen claramente las necesidades del cliente o usuario final. Además de personas, los actores también pueden ser otros sistemas, alguna base de datos, etc.

Para el caso del juego colaborativo que aborda este trabajo de tesis se identificaron 4 actores: niño, profesor, base de datos y otro dispositivo en la

Piconet. Los actores primarios en este caso son, el niño, el profesor y el dispositivo, y el actor secundario es solamente la base de datos. En la siguiente sección se describe el diagrama general de casos de uso y posteriormente los casos de uso identificados para el juego colaborativo.

### 3.5.5.1 Diagrama General de Casos de Uso

La Fig. 3.5 muestra el diagrama general de casos de uso en donde se puede observar la interacción que existe entre cada caso de uso con los actores y entre ellos mismos. Se identificaron tres casos de uso para el maestro, como son: 1) Iniciar nuevo juego, en el que el profesor o niño configurará la partida, 2) Jugar y 3) Consultar resultados. Para el caso del cliente sólo se identificó el caso de uso jugar. A continuación se describen cada uno de los casos de uso con su diagrama de secuencia correspondiente.



*Fig. 3.5 Diagrama general de casos de uso del servidor*

### 3.5.5.2 Caso de Uso: Nuevo Juego

Este caso de uso permite a un usuario que maneja el servidor crear una sesión de una nueva partida en el juego colaborativo. Los actores que participan en el caso de uso son el niño o el profesor y otro dispositivo que se quiera integrar a la partida. En este caso de uso solamente interactúan actores primarios. El diagrama de secuencia para este caso de uso se muestra en la Fig. 3.6.

#### ■ Flujo básico de eventos

1. El niño o profesor inicia la sesión como servidor.
2. El niño o profesor indica la población de conejos y lobos.
3. El dispositivo detecta a otros dispositivos y los muestra en una lista.
4. El niño o profesor selecciona a los integrantes del equipo.
5. El sistema realiza las conexiones con todos los dispositivos.
6. Se comienza a jugar.

#### ■ Flujos Alternativos

4.a La aplicación no encuentra ningún dispositivo. La aplicación no podrá agregar ningún dispositivo.

#### ■ Requerimientos especiales

- ❖ El dispositivo de Bluetooth de la PDA debe estar en modo *Discoverable and Connectable*.

#### ■ Precondiciones

- ❖ No se encontraron para este caso de uso.

#### ■ Poscondiciones

- ❖ Jugar. El usuario puede ejecutar el caso de uso jugar.

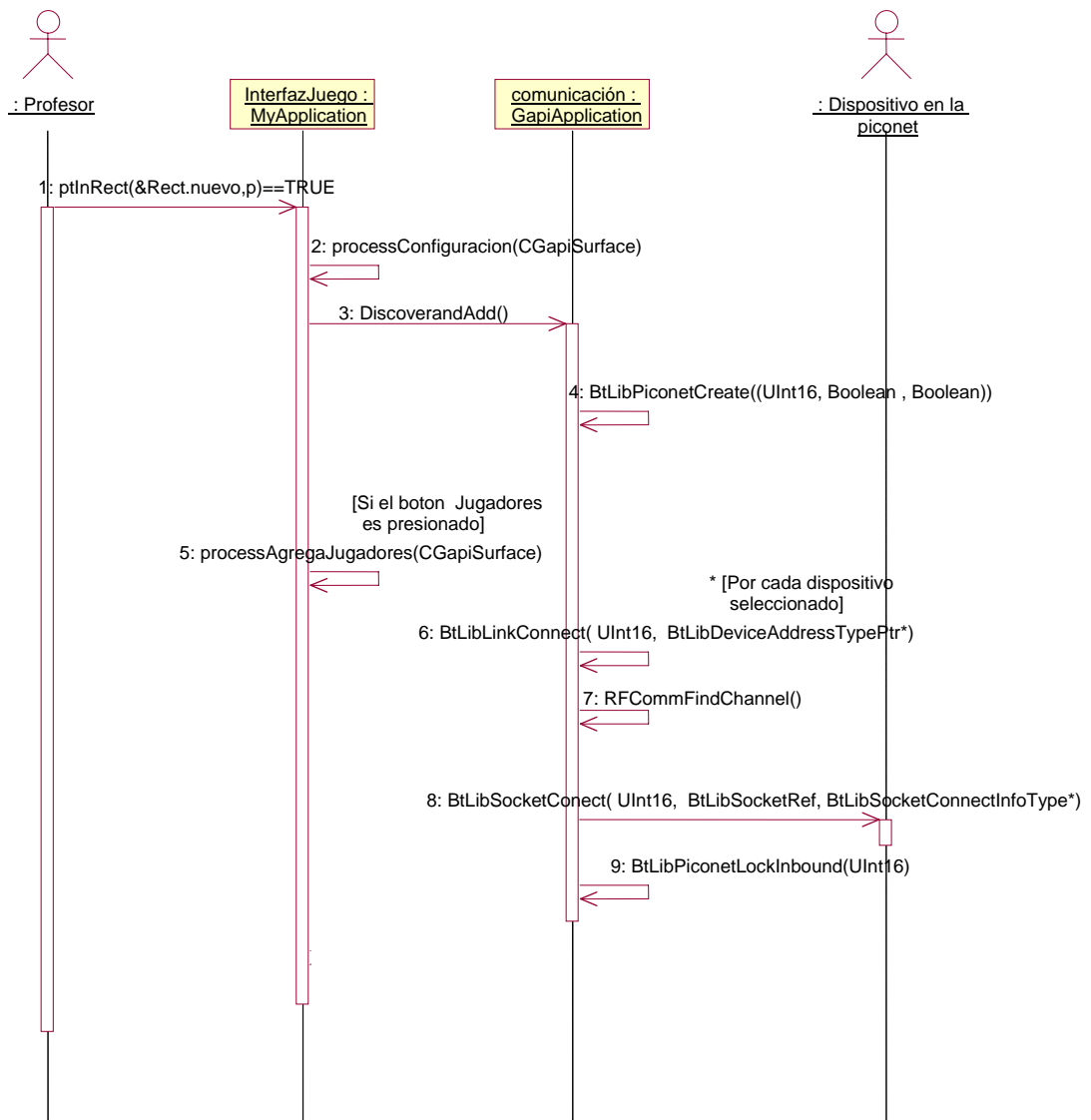


Fig. 3.6 Diagrama de secuencia del caso de uso nuevo juego

### 3.5.5.3 Caso de Uso: Jugar (Rol: Maestro)

Este es el principal caso de uso de la aplicación, en el interactúan el niño y los demás dispositivos que estén dentro de la red Piconet como actores primarios y la base de datos que guarda los resultados del juego. En la Fig. 3.7 se muestra el diagrama de secuencia correspondiente.

#### ■ Flujo básico de eventos

1. El juego muestra en la pantalla una zona de toda la pradera elegida aleatoriamente.
2. El niño mueve a los personajes y trata de comer a sus presas.
3. El maestro retransmite a todos los esclavos los movimientos de los personajes.
4. El niño por medio del depredador se come a una presa.
5. El sistema desaparece la imagen de la presa y retransmite a todos los clientes que un personaje ha desaparecido.
6. El niño decide cerrar la sesión del juego, o el tiempo se agota.
7. El sistema guarda la información en la Base de Datos, población inicial y final.

#### ■ Flujos Alternativos

- 3.a. Los esclavos se han desconectado. El juego termina.

#### ■ Requerimientos especiales

- ❖ El dispositivo de Bluetooth de la PDA debe estar en modo *NotAccessible*.

#### ■ Precondiciones

- ❖ Nuevo juego. Para que este caso de uso se inicie, previamente el juego debió ser configurado como maestro.

#### ■ Poscondiciones

- ❖ Consultar resultados. El usuario puede ejecutar el caso de uso Consultar resultados.

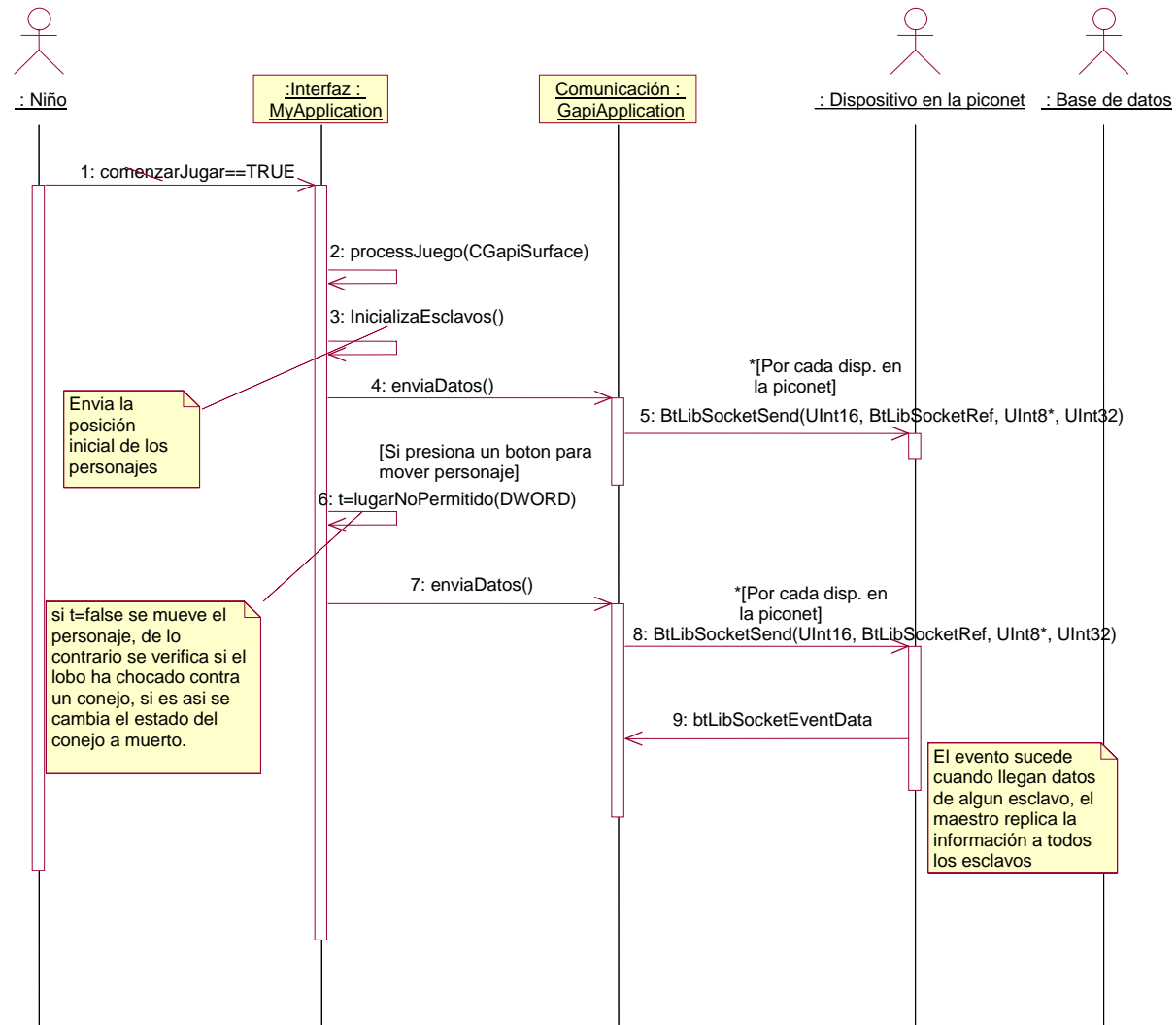




Fig. 3.7 Diagrama de secuencia del caso de uso jugar

#### 3.5.5.4 Caso de Uso: Consultar Resultados

Este caso de uso permite al profesor consultar los resultados de las sesiones previamente jugadas. Los actores que interactúan en este caso de uso son el profesor y la base de datos que proporciona los datos de sesiones guardadas. El profesor actúa en este caso de uso como actor principal, mientras que la base de datos es un actor secundario o de soporte. La Fig. 3.8 muestra el diagrama de secuencia correspondiente.

##### ■ Flujo básico de eventos

1. El profesor consulta los resultados de una sesión.
2. El sistema muestra una lista de los juegos guardados anteriormente.
3. El profesor elige la sesión que desea consultar.
4. El sistema muestra los resultados a la sesión de juego correspondiente.
5. El profesor termina la consulta.

##### ■ Flujos Alternativos

- 2.a No existe ninguna sesión guardada.

##### ■ Requerimientos especiales

- ❖ No se encontraron para este caso de uso.

##### ■ Precondiciones

- ❖ Base de datos. Al menos un juego debió haberse jugado y guardado previamente.

##### ■ Poscondiciones

- ❖ No se encontraron para este caso de uso.



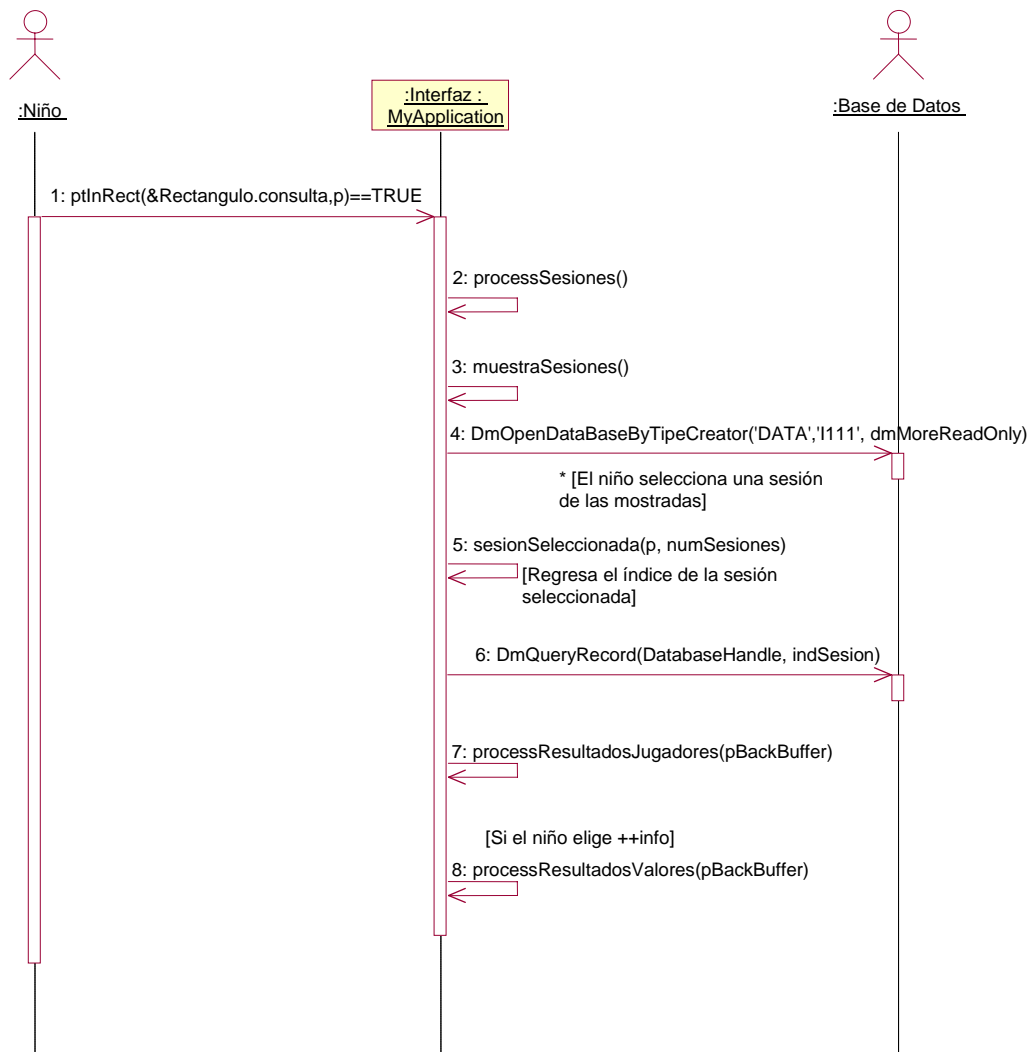


Fig. 3.8 Diagrama de secuencia del caso de uso consultar resultados

### 3.5.5.5 Caso de Uso: Jugar (Rol: Esclavo)

Este caso de uso es el único para los esclavos. En él interactúa el niño y los demás dispositivos que estén dentro de la red Piconet como actores primarios. La Fig. 3.9 muestra el diagrama de secuencia correspondiente.

#### ■ Flujo básico de eventos

1. El juego muestra en la pantalla una zona de toda la pradera elegida aleatoriamente.
2. El niño mueve a los personajes y huye del depredador.
3. El sistema envía al servidor los movimientos del personaje para que éste los retransmita a todos los clientes.
4. El personaje del niño es comido por el depredador.
5. El sistema desaparece la imagen de la presa y envía un mensaje al servidor para que retransmita a todos los clientes que un personaje ha desaparecido.
6. El niño decide cerrar la sesión del juego.
7. El sistema muestra la ventana en donde informa al niño que ha terminado el juego.

#### ■ Flujos Alternativos

3.a Servidor. El servidor se encuentra en el dispositivo actual, entonces la aplicación sólo retransmite la información a los clientes.

#### ■ Requerimientos especiales

- ❖ El dispositivo de Bluetooth de la PDA debe estar en modo *Discoverable and Connectable*.

#### ■ Precondiciones

- ❖ Nuevo juego o integrarse al juego. Para que este caso de uso se inicie previamente el juego debió ser configurado ya sea como cliente o como servidor.

#### ■ Poscondiciones

- ❖ Consultar resultados. El usuario puede ejecutar el caso de uso Consultar resultados.

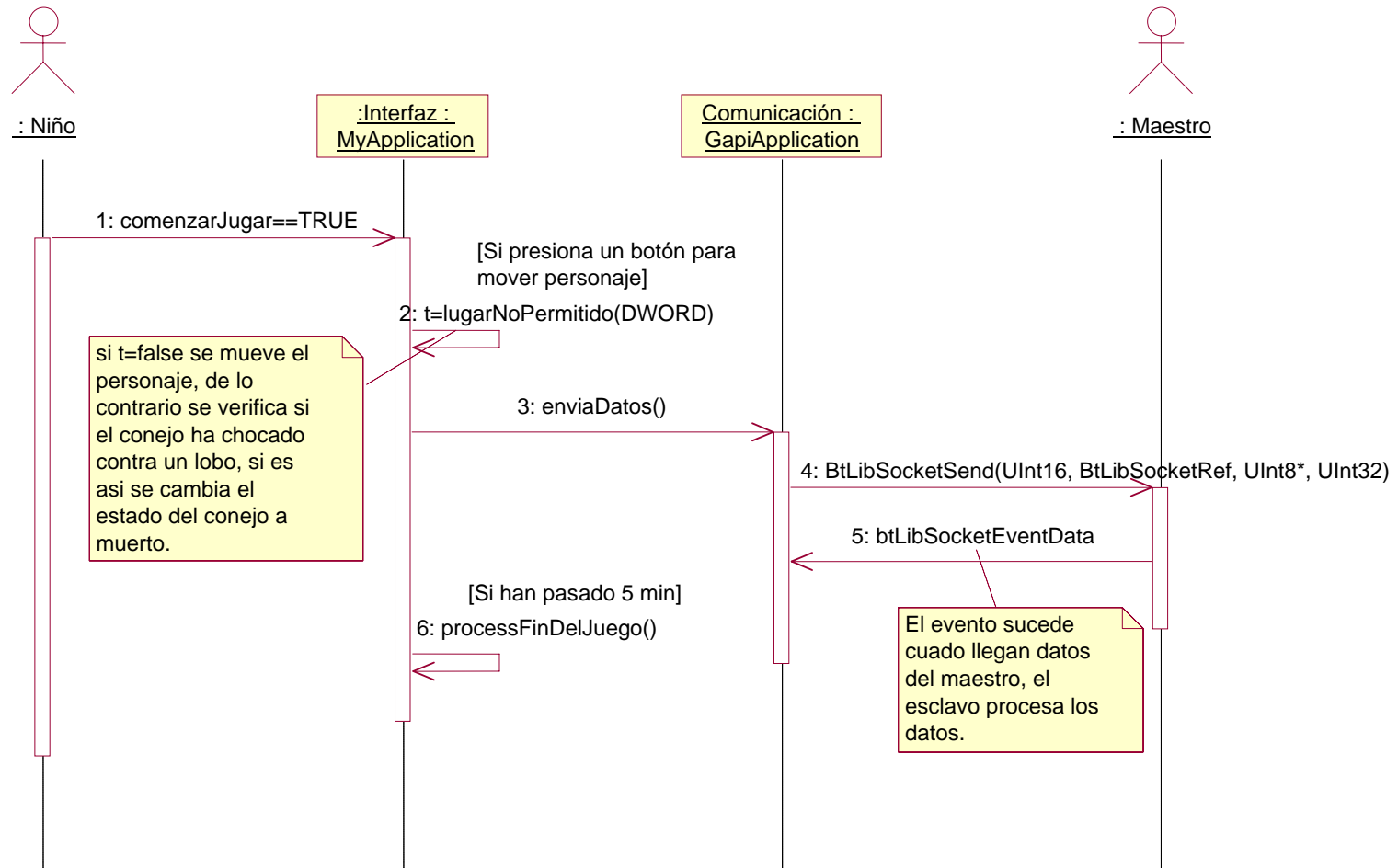


Fig. 3.9 Diagrama de secuencia del caso de uso jugar (esclavos)

## CAPÍTULO 4

### IMPLEMENTACIÓN

---

---

#### 4.1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo del juego se llevó a cabo utilizando el IDE (*Integrated Development Environment*) de *Codewarrior versión 9.3*, el cual permite la generación automática de archivos ejecutables para Palm OS (.prc), y contiene un editor gráfico para formas. Codewarrior permite programar en los lenguajes de programación C y C++. Se eligió programar en C++ porque se utilizó Gapidraw, ya que Codewarrior es limitado para el manejo de gráficos. La librería Gapidraw desarrollada por Develant consta de un conjunto de clases destinadas al manejo de gráficos en 2D para dispositivos móviles. Se utilizó la versión demo 3.5. Entre las principales características de Gapidraw se encuentran [URL 5] :

- Transparencia automática de imágenes
- Sistema de Archivos Virtual (VFS)
- Herramientas avanzadas de gráficos (colisiones, temporizador, rotación)

Sin embargo, esta librería se desarrolló principalmente para los dispositivos móviles Pocket PC, teniendo para otras plataformas algunas restricciones. La principal que se tiene para la plataforma Palm, es que solamente permite el uso de imágenes en formato "Imagen de mapa de bits" (.bmp); el tamaño de este tipo de imágenes es muy grande comparado con otros como .gif, .png, etc. Esta restricción es muy importante en un entorno de recursos limitados (memoria) como lo es la plataforma Palm, es por esta razón que la aplicación sólo funciona en los siguientes modelos de dispositivos móviles:

- Palm LifeDrive
- Tungsten T5
- Tungsten T3
- Tungsten TX
- PEG-UX50 CLIÉ (con Palm OS)

Todos estos dispositivos cuentan con características básicas como un mínimo de 52Mb en RAM, pantalla de 320X480 pixeles, Palm OS 5.2 o superior y un

procesador a 312MHz como mínimo. La información completa de cada uno de estos dispositivos se encuentra en la sección 2.6.

## 4.2 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Como se mencionó anteriormente, la aplicación se desarrolló con ayuda de las clases de Gapidraw. Básicamente la principal ayuda que Gapidraw proporciona es que cuenta con un proceso de actualización de elementos en pantalla, así el programador no se preocupa por el pintado y borrado de elementos para generar una animación. En la función principal "*PilotMain*" (punto de entrada del programa) se crea un objeto de la clase *CGapiApplication*, pasando como parámetro una estructura que permita configurar elementos como número de refrescos a la pantalla por segundo, uso de los elementos de entrada como botones y el lápiz, uso del área dinámica de la pantalla, etc. Después de crear el objeto se cuenta con los siguientes métodos: *Run*, *InitInstance*, *CreateSysMemSurfaces*, *ProcessNextFrame*, *Shutdown*.

El método *Run* se encarga de llamar a cada uno de los métodos antes mencionados, mientras que *ProcessNextFrame* se encarga de dibujar el siguiente *frame* en pantalla de acuerdo a la velocidad de refresco. Además de *CGapiApplication*, Gapidraw cuenta con otras clases como se puede observar en la Fig. 4.1.

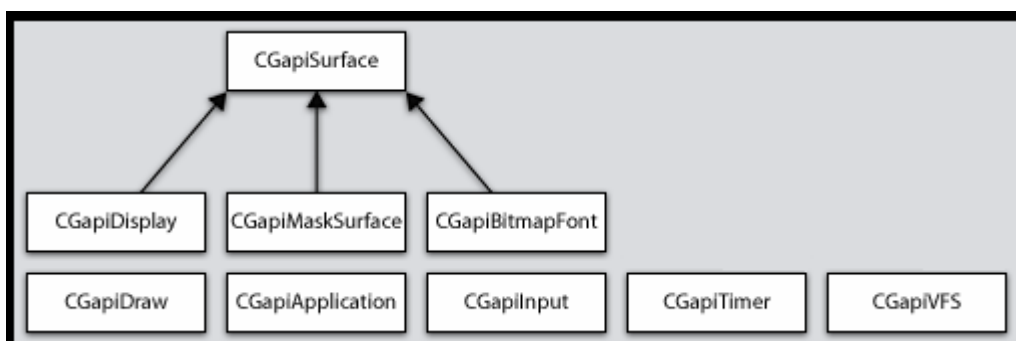


Fig. 4.1 Diagrama de clases de Gapidraw

A continuación se describen las clases más importantes.

**CGapiSurface.** Permite dibujar elementos primitivos como rectángulos, líneas, texto y mostrar imágenes.

**CGapiVFS.** Maneja el Sistema Virtual de Archivos permitiendo almacenar imágenes, sonidos y otros datos. Permite comprimir estos archivos optimizando los recursos.

*CGapiTimer*. Su principal función es manejar la velocidad de refresco de la pantalla. En la aplicación del juego colaborativo permitió manejar el tiempo de cada sesión, entre otras cosas.

### 4.3 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

El juego colaborativo contiene los módulos configuración del juego, jugar, guardar sesión, consultar resultados y comunicación para el servidor. Para los clientes sólo cuenta con el módulo jugar y comunicación. En la Fig. 4.2(a) y 4.2(b) se muestran las pantallas de inicio tanto del servidor como del cliente, respectivamente. A continuación se describen sus módulos.



Fig. 4.2 Pantallas de inicio al juego colaborativo

### 4.4 MÓDULO CONFIGURACIÓN DEL JUEGO

Antes de comenzar a jugar, el profesor o jefe del equipo deberá configurar algunos valores, como nombre de la sesión, número inicial de presas y depredadores, así como el número de conejos nacidos por periodo de tiempo. Es importante mencionar que estos cálculos sólo los realizará el dispositivo que funcione como maestro dentro de la red. En la Fig. 4.3(a) se observan los valores que pueden ser modificados por el profesor, mientras que en la Fig. 4.3(b) se lleva a cabo el proceso de búsqueda de los dispositivos con tecnología Bluetooth. Por otro lado, tanto en la Fig. 4.3(a) como en la Fig.

4.3(b) se observa un teclado, el cual permite cambiar tanto el nombre de la sesión como de los jugadores respectivamente.



(a) Inicializar valores

(b) Búsqueda de dispositivos

Fig. 4.3 Pantallas de configuración del juego colaborativo

## 4.5 MÓDULO JUGAR

Antes de comenzar a describir este módulo es importante destacar la participación del D.G. Jorge Vázquez Sánchez profesor investigador adscrito al Instituto de Diseño de la UTM quien colaboró diseñando los personajes y el escenario donde se desarrolla el juego. Estos diseños se hicieron de acuerdo a la encuesta contextual de colores y personajes realizada previamente.

El juego colaborativo gira en torno al módulo jugar, ya que en él se lleva a cabo la mayoría de las operaciones, es por ello que el módulo se ha dividido en tres secciones: antes, durante y después del juego. El maestro lleva a cabo cada una de ellas, mientras que los esclavos sólo realizan las acciones durante el juego.

### 4.5.1 Funciones "Antes del Juego"

Antes de mostrar en la pantalla de los dispositivos el escenario del juego, se realizan las siguientes funciones.

- **Inicialización de posiciones.** La inicialización de personajes sobre el escenario se establece de forma aleatoria, cuidando que no exista sobre-posición de los personajes o elementos.

- **Cargado de imágenes.** Como se mencionó en la sección 4.1 las imágenes que se utilizan ocupan demasiada memoria por lo que no es posible mantenerlas a todas en memoria al mismo tiempo, es por eso que se borran imágenes como el teclado y se cargan las imágenes del escenario únicamente.
- **Inicialización de esclavos.** Al principio (en los esclavos) todos los personajes guardan posiciones no válidas en el escenario es por ello que antes de comenzar el juego se envía la nueva posición determinada anteriormente.
- **Inicializa temporizador y banderas.** Una vez hecho lo anterior se envía la imagen del escenario y se comienza el conteo del tiempo.

#### 4.5.2 Funciones “Durante el Juego”

El juego responde o realiza cada una de las siguientes acciones que se describen a continuación. Debido a que la actualización de la pantalla se realiza cada 0.025 segundos (aunque puede ser modificado), este proceso es transparente para el usuario [URL 5].

- **Mensajes.** Estos son mostrados durante unos cuantos segundos de acuerdo al evento acontecido, como se observa en la Tabla 4.1.
- **Actualización de imágenes en la pantalla.** La actualización se realiza automáticamente con sólo modificar la posición de los personajes. Adicionalmente se coloca una imagen para identificar el personaje que puede ser manejado. Si el usuario no selecciona ningún personaje entonces aparecerá en la pantalla unas flechas indicando que sólo podrá mover el escenario. En la Fig. 4.4 se observa la interfaz del juego.

**Tabla 4.1 Mensajes para el usuario**

<i>Mensajes</i>	<i>Significado</i>
Elige a un lobo	El usuario no ha seleccionado un personaje para mover.
Conejito ocupado	Otro esclavo ya está moviendo el personaje elegido
Listo	Se llevo a cabo de manera exitosa la asignación de un personaje al usuario
Existen demasiados conejos	Este mensaje es lanzado después de verificar el equilibrio del ecosistema.
Los lobos se están quedando sin alimento	Igual que el mensaje anterior lanza una advertencia a los jugadores
No hay lobos	El sistema se ha quedado sin lobos debido a que no comieron, el juego finaliza
Se han comido a un conejo/ Ha muerto un lobo	Indica la disminución de personajes.



- **Actualización de datos.** Cada vez que el dispositivo recibe un paquete de datos, manda a actualizar sus datos locales con los que han llegado.
- **PenDown.** Este evento espera que la pluma de la Palm seleccione a un personaje, para asignarlo como el personaje que podrá manejar.
- **KeyDown.** Este evento espera que un botón sea presionado, sólo están disponibles cinco botones, cuatro de dirección y el botón "start", el cual hace el intercambio entre mover al personaje y mover el escenario.
- **Colisiones.** Antes de mover los personajes se verifica si hay una colisión, para evitar una sobre-posición de los elementos o personajes del mismo tipo en el escenario. Cuando se colisiona un conejo y un lobo se elimina al conejo y se manda la actualización de los datos a los demás dispositivos.
- **Temporizador.** Se establecen periodos de 20 segundos. Al finalizar cada periodo se verifica el equilibrio del ecosistema, se crean nuevos personajes (lobos y conejos), se eliminan lobos si no han comido y si se ha llegado a 15 periodos se finaliza el juego.



Fig. 4.4 Pantallas del juego en ejecución

#### 4.5.3 Funciones "Después del Juego"

Se puede llegar al término del juego de dos formas: la primera es cuando han concluido los cinco minutos establecidos para cada sesión, y la segunda es cuando se pierde la conexión con todos los esclavos. Una vez que esto ha ocurrido es necesario llevar a cabo las siguientes funciones:

- **Detener temporizador y cambiar banderas.** Si el juego finaliza ya no es necesario llamar a las funciones de verificar equilibrio, y crear personajes que se activan cuando el temporizador lo indica.
- **Guarda la sesión.** Se almacenan los datos y se inicializan los valores de la estructura para las siguientes sesiones.
- **Destruye la Piconet.** Si se terminó el juego por la primera razón antes mencionada entonces se destruye la Piconet eliminando todos los enlaces aún establecidos.
- **Pantalla de resultados.** Finalmente, una vez que se le ha informado a los jugadores que el juego ha concluido se muestran los resultados en la pantalla, como se indica en la Fig. 4.5.

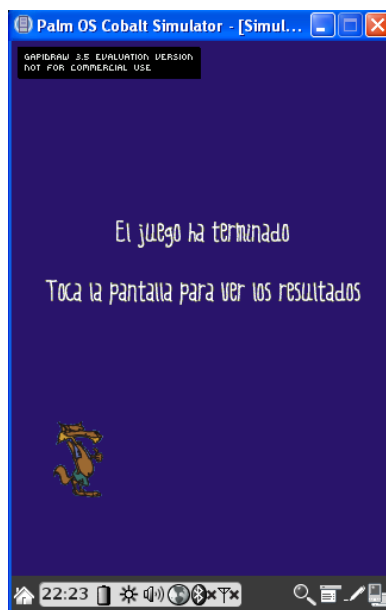


Fig 4.5. Pantalla que indica que el juego a finalizado

## 4.6 MÓDULO BASE DE DATOS

Palm OS divide la memoria RAM disponible en dos partes, a una parte se le conoce como RAM dinámica y a la otra como RAM de almacenamiento. Cada Sistema Operativo asigna de diferente manera la cantidad de memoria para cada tipo de RAM. La RAM dinámica se encarga de las variables globales, referencias a Base de Datos, asignación dinámica de memoria para comunicaciones (IRDA, TCP/IP, Bluetooth), etc. Por otro lado, la RAM de almacenamiento se divide en una o más secciones de memoria para datos no volátiles como listas de direcciones, memos, etc. Las aplicaciones acceden a estos datos a través de *"Data Manager o Resource Manager"* dependiendo si

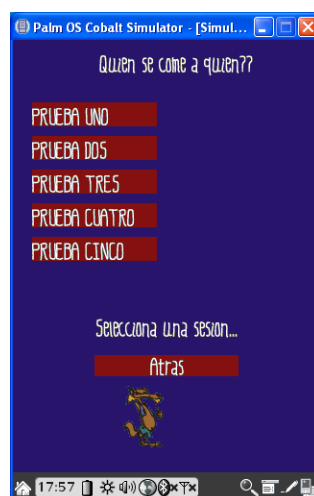
se necesita manipular datos de usuario o recursos ubicados en la memoria dinámica o de almacenamiento [URL 11].

Las Bases de Datos se implementan por *Palm OS Data Manager* como una simple lista de memoria y un encabezado de información que asocia a la base de datos, también se le conoce como estructura; análoga a un sistema de archivos en que se puede crear, borrar, abrir y cerrar archivos [9]. En la Tabla 4.2 se encuentran las principales funciones para el manejo de BD en Palm OS.

Para guardar los datos correspondientes a las sesiones de juego, se creó una estructura que guarda toda la información correspondiente mostrada en el módulo configuración del juego, además, el nombre de cada uno de los participantes, resultados finales y esperados del juego.

**Tabla 4.2 Funciones principales para el manejo de BD en Palm OS**

<i>Función</i>	<i>Descripción</i>
<i>DmCreateDatabase</i>	Crea una base de datos. Los parámetros que recibe son: nombre, tipo (DATA), memory-card y la fuente de los datos.
<i>DmOpenDatabaseByTypeCreator</i>	Existen diversos modos para abrir una BD, como: sólo lectura, sólo escritura, lectura-escritura, entre los más importantes.
<i>DmCloseDatabase</i>	Cierra la BD.
<i>DmQueryRecord</i>	Realiza una consulta a la BD, para ello necesita la referencia al manejador y el índice del registro.
<i>DmNewRecord,</i> <i>DmReleaseRecord y DmWrite</i>	Crea y escribe un nuevo registro y lo imprime en la BD.



**Fig. 4.6 Pantalla que muestra las sesiones guardadas en la BD**

La Fig. 4.6 muestra la pantalla para seleccionar la sesión que se desea consultar, la BD solamente conserva los datos de las seis últimas sesiones jugadas.



*(a) Jugadores* *(b) Resultados*

**Fig. 4.7 Pantallas que muestran los resultados de una sesión**

Por último, en la Fig. 4.7 se observan las pantallas que muestran a los jugadores y sus resultados.

## 4.7 MÓDULO DE COMUNICACIÓN CON BLUETOOTH

Palm Source proporciona una librería llamada BtLib.h, la cual hace transparente el uso de la librería de Bluetooth del dispositivo. En la Fig. 4. 8 se muestra la funcionalidad de BtLib como una interfaz entre la aplicación desarrollada y el dispositivo Bluetooth [URL 7].

BtLib permite el uso de cinco tipos de sockets: L2CAP, RFCOMM, SDP, SCO y BNEP; los dos primeros se utilizan para el intercambio de datos; SDP se utiliza para consultar los servicios disponibles en un dispositivo remoto; SCO se utiliza en conexiones síncronas de audio y BNEP se utiliza para simular Ethernet.

El juego colaborativo realiza su intercambio de información a través de sockets RFCOMM debido a que en este tipo de sockets se puede llevar un control del flujo de información.

Las funciones de comunicación se agregaron a la clase *GapiApplication*, permitiendo el uso futuro de esta clase cuando se desarrollen juegos bajo la plataforma Palm OS con comunicación Bluetooth.

Cada dispositivo maneja un rol (de dos posibles) dentro de la red: maestro o esclavo. Cada uno de ellos debe llevar a cabo diferentes procesos para la comunicación, los cuales se describen brevemente en los siguientes algoritmos.

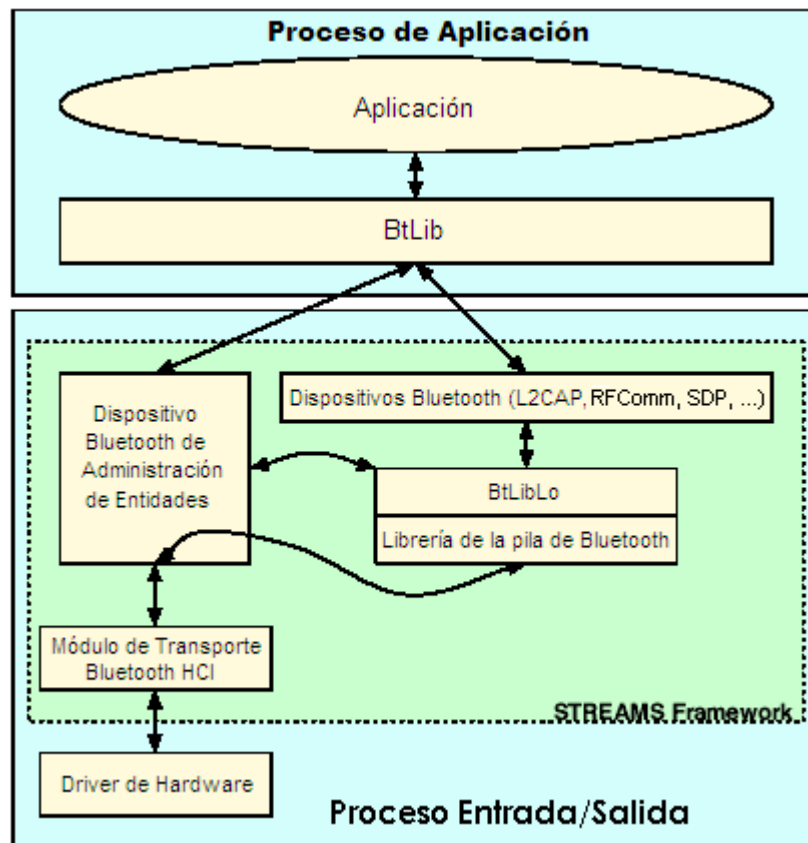


Fig.4.8 Jerarquía del sistema Bluetooth para Palm OS

#### 4.7.1 Algoritmo de Comunicación para el Maestro

- 1.- Encontrar, cargar y abrir la librería Bluetooth del dispositivo
  - SysLibFind
  - SysLibLoad
  - BtLibOpen
- 2.- Crear una Piconet
  - BtLibPiconetCreate

3.- Establecer enlaces ACL entre cada uno de los dispositivos seleccionados, crear un socket SDP para buscar el servicio disponible en los esclavos y crear y establecer un socket de comunicación RFCOMM

BtLibDiscoverMultipleDevices

BtLibLinkConnect

BtLibSocketCreate

BtLibSocketConnect

4.- Bloquear la red, no permitiendo que otros dispositivos se agreguen

BtLibPiconetLockInbound

5.- Enviar datos

BtLibSocketAdvanceCredit

BtLibSocketSend

6.- Recibir datos y replicar a los esclavos

#### ***4.7.2 Algoritmo de Comunicación para los Esclavos***

1.- Encontrar, cargar y abrir la librería Bluetooth del dispositivo

SysLibFind

SysLibLoad

BtLibOpen

2.- Crear un socket que espere conexiones

BtLibSocketCreate

BtLibSocketListen

3.- Crear, inicializar y notificar los servicios con los que cuenta

BtLibSdpServiceRecordCreate

BtLibSdpServiceRecordSetAttributesForSocket

BtLibSdpServiceRecordStartAdvertising

4.- Aceptar la petición de conexión ACL del maestro

5.- Responder a la petición de servicios del maestro y aceptar la conexión

BtLibSocketRespondToConnection

6.- Enviar datos

BtLibSocketAdvanceCredit

BtLibSocketSend

7.- Recibir datos

## CAPÍTULO 5

### PRUEBAS

---

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

El modelo GUP de desarrollo de software que se eligió para llevar a cabo el juego colaborativo enfatiza la necesidad de realizar diferentes pruebas al juego antes de declararlo terminado. Regularmente estas pruebas se hacen lanzando al mercado prototipos alfa, beta, etc., en donde los usuarios prueban el juego y posteriormente envían sus comentarios a los desarrolladores. En el caso del juego colaborativo, las pruebas se hicieron por medio de pruebas de usabilidad.

#### 5.2 USABILIDAD

La usabilidad está directamente relacionada con la aceptación del sistema, es decir, si la aplicación es lo suficientemente buena para satisfacer todas las necesidades y requerimientos de los usuarios finales. La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) define a la usabilidad de dos formas [URL 13]:

- 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).

La usabilidad entonces, no es una propiedad independiente del software, ya que es diferente en cada entorno de uso y de acuerdo a los usuarios concretos que lo manejen. Tradicionalmente, la usabilidad se asocia con diversos atributos como facilidad de aprendizaje, eficiencia de uso, recuerdo en el tiempo, tasa de errores y nivel de satisfacción de uso del software [10][URL 8].

### 5.3 PRUEBAS DE USABILIDAD

La manera de evaluar la usabilidad de un software se hace por medio de pruebas de usabilidad. Estas se tienen que realizar en condiciones similares a las que tendrá el usuario final cuando utilice el sistema, además de ser los usuarios finales quienes realicen estas pruebas.

Dentro de las pruebas de usabilidad, se tienen tres roles; facilitador, observador y usuario. El facilitador es quien se encarga de guiar al usuario durante la prueba, mientras que los observadores prestan atención al comportamiento, expresiones y emociones del usuario. Finalmente el usuario es quien probará el sistema por lo que se requiere que estos sean usuarios reales.

El proceso de desarrollo de las pruebas se divide en cuatro fases [20]: preparación y planeación, introducción, desarrollo de la prueba y terminación de la prueba. Cuando se trabaja con niños se recomienda tomar en cuenta algunos aspectos en cada fase, como el que exista un ambiente amigable (colocar posters coloridos en las paredes), llevar una relación amistosa con ellos y recompensar a los niños con dulces en la terminación de la prueba, por ejemplo.

A continuación se describe la prueba de usabilidad hecha al Juego Colaborativo desarrollado en el presente trabajo de tesis.

### 5.4 EVALUANDO LA USABILIDAD DEL JUEGO COLABORATIVO

#### 5.4.1 Metodología

Los métodos que se usaron fueron protocolo de pensamiento en voz alta y entrevistas. El método de observación permite captar fácilmente las características francas y concretas que los niños adoptan con respecto a la satisfacción, además de conocer aspectos inesperados del juego. Por otra parte, la entrevista oral esclarece aspectos críticos o fundamentales para los desarrolladores. Define claramente niveles de aceptación de los elementos de la interfaz y el grado de satisfacción de los niños con respecto a su interacción con el software, lo cual implica emociones, comentarios y conductas.

#### 5.4.2 Muestra

La muestra fue de tipo intencional. Se eligieron a tres equipos de dos personas cada uno, dos equipos fueron de niños y uno de niñas. Su edad promedio fue



de 10 años y todos ellos cursan el 5° de primaria. De ellos sólo el 33.3 % mostró experiencia en juegos electrónicos para computadora o de bolsillo. En la Tabla 5.1 se muestran los equipos y las edades de cada uno de los niños(a).

**Tabla 5.1 Perfil de usuario para las pruebas de usabilidad**

Equipo 1		Equipo 2		Equipo 3	
Nombre	Edad	Nombre	Edad	Nombre	Edad
Miguel Ángel Román	11	Valeria Ortiz	10	José Jesús Vásquez Tello	10
Darwin Guzmán	10	Isabel Hernández	10	Pablo Espinosa Aguilar	10

### 5.4.3 Materiales

Solamente se cuenta con dos dispositivos: LifeDrive y Tungsten T5, es por ello que los equipos fueron de dos personas. La Palm Lifedrive funcionó como maestro en la Piconet, mientras que la Palm Tungsten T5 funcionó como esclavo. La Fig. 5.1 muestra los modelos usados en las pruebas.



(a) Palm Lifedrive



(b) Palm Tungsten T5

**Fig. 5.1 Dispositivos usados en la prueba**

### 5.4.4 Procedimiento

Se realizaron dos sesiones de pruebas, la primera se llevó a cabo el día 1 de diciembre del 2005, en la Escuela Primaria Federal "Lazaró Cardenas", ubicada en la Cd. de Huajuapán de León, Oaxaca. Para ello se acondicionó la biblioteca, colocando cámaras para observar mejor la expresión de los niños durante las diferentes tareas asignadas (Fig. 5.2). La segunda sesión se llevó a cabo en el Laboratorio de Usabilidad (UsaLab) de la Universidad Tecnológica de la Mixteca el día 2 de diciembre del mismo año. Este laboratorio cuenta con una infraestructura apropiada para realizar dichas pruebas (cámaras y espejo semipermeable) para que los observadores puedan escuchar y analizar el comportamiento de los usuarios sin producir ninguna interferencia al usuario y facilitador.



*Fig. 5.2 Biblioteca acondicionada para la prueba*

Antes de comenzar la prueba el facilitador dio una introducción general al juego en el tema de "Ecosistemas en equilibrio", se explicaron todas las reglas y se destacó la meta a perseguir por el juego. A continuación se describen las tres tareas hechas por los usuarios:

### **Tarea 1. Manejo del dispositivo.**

Esta prueba consistió en:

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

### **Tarea 2. Jugar.**

Esta prueba consistió en:

- a) Seleccionar con la pluma a un personaje
- b) Mover al personaje
- c) Comer a un conejo / dejarse comer por un lobo
- d) Mover el escenario para visualizar otros lugares
- e) Salirse del juego
- f) Regresar al menú principal

### **Tarea 3. Consultar resultados.**

Esta prueba consistió en:

- a) Seleccionar "Consultar resultados"
- b) Elegir una sesión
- c) Ver la información presentada
- d) Elegir "++ info" del menú en pantalla

- e) Ver la información presentada
- f) Regresar al menú principal

#### **5.4.5 Resultados**

El lugar donde se realizaron las sesiones afectó en gran medida el comportamiento de los niños, ya que se observó mayor concentración y comprensión del software por parte de los usuarios, en la prueba que se realizó en el UsaLab. Otro factor importante que se hizo notar entre las dos sesiones de pruebas es el nivel de familiarización con la tecnología, ya que los niños que realizaron las pruebas en el laboratorio se adaptaron mejor a los dispositivos ya que expresaron haber tenido contacto con juegos de computadora, Game Boy, etc.

Por último, fue difícil para los observadores y facilitador contemplar todos los aspectos del juego, ya que por un lado la propia naturaleza de estos dispositivos móviles no permitió capturar su pantalla en todo momento por medio de las cámaras, y, por otro, la atención se tuvo que repartir entre los dos usuarios.

##### **5.4.5.1 Usabilidad del Software**

En algunos casos la visibilidad del estado del juego fue notoria para los usuarios, por ejemplo, cuando se les pidió que ubicaran el icono de la aplicación en el dispositivo ellos lo hicieron rápidamente, sin embargo, cuando se les preguntó si habían visto los mensajes que se mostraban durante el juego la mayoría de ellos dijeron que no, ya que estaban muy atentos en el juego. Solamente los niños que realizaron la prueba en el UsaLab estaban seguros del estado del juego y en qué momento iban perdiendo o ganando (Fig. 5.3). Por otro lado cuando a ellos se les puso la tarea de leer los resultados que habían obtenido, supieron interpretarlos y dijeron cómo había terminado el ecosistema, además de explicar por qué había sucedido. En esta parte del juego (consultas) se detectó un error en cuanto a la etiqueta “++info” ya que les costó trabajo entender a que se refería.

En cuanto a la satisfacción del uso de la interfaz todos los niños expresaron que era agradable tanto la trama como la interfaz gráfica del juego.

Finalmente todos los niños afirmaron que encontraron entretenido y divertido el juego.



*Fig. 5.3 Niños jugando en el UsaLab*

#### **5.4.5.2 Usabilidad del Hardware**

Aquí se encontraron mayores problemas que en la usabilidad del software. Los dispositivos que se usaron resultaron demasiado grandes y pesados. Otro factor que influyó fue que se usaron dispositivos distintos, ya que los botones de la Tungsten T5 eran mas duros y los personajes se movían más lento que en el otro dispositivo. Por otro lado los niños que usaron la Palm Liferdrive tuvieron problemas al encenderla y tomar el lápiz.

Finalmente hubo una clara diferencia en el uso del dispositivo entre niños y niñas, ya que se observó que a las niñas les costó más trabajo el manejo de botones direccionales y tomar el lápiz.

#### **5.4.5.3 Observaciones Finales**

Es importante destacar que los objetivos del juego se cumplieron, dado que se logró notar que después de haber practicado un poco, los niños comenzaron a colaborar transmitiéndose ideas y estrategias a seguir para tratar de mantener el ecosistema en equilibrio. Al finalizar las sesiones del juego, se preguntó a los niños la razón por la cual habia quedado en ese estado el ecosistema, a lo que ellos respondieron correctamente. De esta manera, se verificó que los niños habían comprendido el tema de "Ecosistemas en equilibrio".

Se logró observar también el impacto de la tecnología en la educación ya que al finalizar la sesión todos los niños expresaron sentirse felices y contentos con el juego, comentando su agrado por la dinámica del mismo y diciendo además que era divertido y educativo.

Por último, es fundamental no perder de vista la participación del profesor del grupo, ya que será él quien explique detalladamente la teoría y los factores

que intervienen en los ecosistemas, meta perseguida en el juego. Por otro lado, el primer acercamiento de los niños al juego fue aceptable, algunos no lograron conservar el ecosistema, pero como todo juego, ellos requieren de práctica para mejorar los resultados y llegar al reto planteado.

## 5.5 MODIFICACIONES AL JUEGO

Después de realizar y analizar las pruebas de usabilidad hechas al Juego Colaborativo desarrollado en la presente tesis, se realizaron las modificaciones que a continuación se describen:

- 1.- Se agregó una advertencia auditiva a los mensajes que se muestran durante el juego, para lograr captar la atención de los niños. Debido al tamaño de los dispositivos no es conveniente mostrar mensajes más grandes, ya que reducen demasiado el campo de movimiento de los personajes.
- 2.- Se cambiaron algunas palabras utilizadas en los mensajes, por ejemplo se cambió la palabra sesión por Juego, además en lugar de “++info” se cambió por “Resultados”.



(a) Antes  
(b) Ahora  
*Fig. 5.4 Mejora de etiquetas en el Juego Colaborativo*

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

---

#### 6.1 CONCLUSIONES

El Juego Colaborativo desarrollado en el presente trabajo de tesis cumplió satisfactoriamente sus objetivos, tanto el objetivo general como los objetivos particulares.

La hipótesis planteada al inicio del trabajo fue comprobada, por un lado el protocolo Bluetooth resultó ser muy apto para utilizarlo en aplicaciones colaborativas de corto alcance, como en este caso, un salón de clases, además, por medio de las pruebas de usabilidad se verificó que los niños comprenden el tema de “Ecosistemas en equilibrio”.

Se logró desarrollar una herramienta colaborativa diferente a las hasta ahora encontradas, ya que a diferencia de las demás, la comunicación se hizo a través del protocolo de comunicación inalámbrica Bluetooth y la interfaz gráfica del juego fue mucho más rica en colores e imágenes, avalada por estudios de campo (encuestas contextuales) que permitieron conocer los gustos y preferencias de los niños.

Las pruebas de usabilidad también permitieron conocer factores relevantes a la hora de desarrollar aplicaciones educativas para dispositivos móviles como:

- Nivel de conocimiento de tecnología. Los niños con más experiencia en juegos electrónicos mostraron clara ventaja de habilidad en el uso.
- Niñas vs Niños. Los niños mostraron mayor habilidad en el manejo de los dispositivos en comparación con las niñas.
- Tipo de dispositivos. Se requiere que los dispositivos sean más pequeños y menos pesados, ya que resultaron incómodos. También se requiere que todos sean del mismo modelo.

Así mismo, se puede concluir que en general todos los niños tuvieron una completa aceptación de la tecnología tanto de los dispositivos (Palms) como de Bluetooth.

Por otra parte, en el desarrollo del Juego Colaborativo se incorporaron funciones de comunicación a la librería Gapidraw, permitiendo de esta manera disminuir el tiempo de desarrollo en futuras aplicaciones colaborativas para dispositivos móviles.

## **6.2 TRABAJO FUTURO**

En el presente trabajo de tesis se realizaron pruebas con dos dispositivos de modelos distintos, debido a que solamente se contaba con ellos. Se requiere probar la aplicación con más de dos dispositivos para seguir analizando el trabajo colaborativo de los niños, además de necesitar que éstos sean del mismo modelo.

Por otro lado, siguiendo con los deseos de los niños, se necesita enriquecer el juego, agregando nuevos personajes y escenarios. Otro punto que ayudaría a tener un juego más atractivo es la incorporación de niveles, es decir, que los niños tengan distintos retos, en distintos escenarios.

---

---

## REFERENCIAS

---

---

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ardaiz, Oscar et al. Sistemas Distribuidos y CSCL. Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. No.24 (2004), pp. 13-20. ISSN: 1137-3601.
- [2] C. Bala Kumar, Paul J. Kline, Timothy J. Thompson. Bluetooth Application Programming with the Java APIs. Motorola Semiconductor Products Sector. U.S.A. 2004.
- [3] Danesh, A., K.M. Inkpen, F. Lau, K. Shu, and K.S. Booth. Geney: Designing a collaborative activity for the Palm handheld computer. CHI Letters: Human Factors in Computing Systems, CHI 2001.
- [4] Delgadillo Zamora, Manuel, Garduño Gómez, Elvira. Hagamos Ciencia 4. Fernández Editores. Segunda Edición. México 1995.
- [5] Dennis G. Zill. Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones de modelado. 6ª edición. Thomson Editores.
- [6] Duarte, Gabriela. Guía Escolar 5º año primaria. Editorial Santillana. México 1997.
- [7] Fowler, Martin. UML Distilled. Addison Wesley. Third Edition.
- [8] G. Gerónimo, E. Rocha, I. Calvo. Evaluando la Usabilidad de PDAs con Niños. II Congreso Nacional de Ciencias de la Computación. FCC-BUAP. Noviembre 2004. ISBN 968 863 798 X. Pags. 350-357. BUAP-FCC.
- [9] Kris Jamsa, Ph.D., MBA. Instant Palm OS Applications. McGraw-Hill. 2001.
- [10] Nielsen, Jakob, Usability Engineering, Usa : Morgan Kaufmann/Academic Press, 1993.
- [11] Nussbaum Voehl, Miguel; Scrigna Otero, Francisco Daniel; Zurita Alarcon, Gustavo Nyles. Mobile CSCL Applications Supported by Mobile Computing. en: 2001 Workshop Multi-Agent Architectures for Distributed Learning Environments. Texas, Estados Unidos de America. 20010519-20010519.
- [12] Secretaría de Educación Pública. Ciencias Naturales. Tercer Año. Noviembre del 2004.



- [13] Secretaría de Educación Pública. Guía para el maestro. Medio ambiente, educación primaria. México 1994.
- [14] Secretaría de Educación pública. Programa Nacional de Educación 2001- 2006. Primera Edición, septiembre del 2001.
- [15] Stanton, D. and Neale, H. (2003). Designing mobile technologies to support collaboration: Personal and Ubiquitous Computing, 7(6).
- [16] Strijbos Jan-Willem, Kirschner Paul A. and Rob Martens. Klumer L. What We Know About CSCL. And Implementing it Higher Education. Academic Publishers. USA. 2004.
- [17] Ulicsak, M., Daniels, H., H. and Sharples, M. (2001). CSCL in the classroom: The promotion of self-reflection in group work for 9-10 year olds. In the Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (EuroCSCL) 2001, March 22-24, Maastricht, the Netherlands. p.617.
- [18] Universidad Pedagógica Nacional. Análisis de la práctica docente propia. México 1994.
- [19] Gutiérrez Sánchez, Luis. Matemáticas para las ciencias naturales, Sociedad Matemática Mexicana, México 1998. p.p. 529-550.
- [20] Hanna, Lobby. Guidelines for Usability Testing with Children. Interactios Volumen 4 Tema 5. Septiembre 1997.

## URL'S

- [URL 1] 3G Ameritas. Estadísticas: GSM, 3G y más allá. [http://www.3gamericas.org/PDFs/media\\_kit/esp/tech\\_stats\\_july2005\\_span.pdf](http://www.3gamericas.org/PDFs/media_kit/esp/tech_stats_july2005_span.pdf). Último acceso: Julio 2005.
- [URL 2] Baeza Bischoffshausen, Paz et al. Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computador: La Esencia Interactiva. Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías. No. 2. (Diciembre 1999). ISSN 1515-7458. <http://contexto-educativo.com.ar/1999/12/nota-8.htm>. Último acceso: Febrero 2005.
- [URL 3] Calzadilla, María Eugenia. Aprendizaje Colaborativo y Tecnologías de la Información y la Comunicación. OEI. Revista Iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5653. [www.campus-oei.org/revista/deloslectores/322Calzadilla.pdf](http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/322Calzadilla.pdf). Último acceso: Junio 2005.
- [URL 4] Flood, Kevin. Game Unified Process (GUP). Gamedev. <http://www.gamedev.net/reference/articles/article1940.asp>. Último acceso: Diciembre 2005.

- [URL 5] Gapidraw. <http://www.gapidraw.com/gapidraw-features.php>. Último acceso: Noviembre 2005.
- [URL 6] GokNow. Guía rápida de usuario de Cooties. <http://www.goknow.com/GuideDownloads/Cooties50.pdf>. Último acceso: Febrero 2005.
- [URL 7] Exploring Palm OS: Low-Level Communications. Document Number 3116-005. PalmSource, Inc. <http://www.palmos.com/dev/support/docs/>. Último acceso: Noviembre 2005.
- [URL 8] Ferré Grau, Xavier, Principios Básicos de Usabilidad para Ingenieros Software, disponible en: <http://www.ls.fi.upm.es/udis/miembros/%20xavier/papers/usabilidad.pdf%20archivo%20USABILIDAD.PDF>. Último acceso: Diciembre 2004.
- [URL 9] Lucero, María Margarita. Entre el Trabajo Colaborativo y el Aprendizaje Colaborativo. Revista Iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5653. [www.campus-oei.org/revista/deloslectores/528Lucero.PDF](http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/528Lucero.PDF). 25 de Octubre del 2003. Último acceso: Junio 2005.
- [URL 10] PalmOne. [http://www.palmone.com/us/support/bluetooth/bluetooth\\_compatibility.html](http://www.palmone.com/us/support/bluetooth/bluetooth_compatibility.html). Último acceso: Junio 2005.
- [URL 11] Palm OS Programmer's Companion, Volume I. Document Number 3004-008. September 4, 2003. PalmSource, Inc. <http://www.palmos.com/dev/support/docs/>. Último acceso: Noviembre del 2005.
- [URL 12] Salinas, Patricio. UML. Universidad de Chile. <http://www.dcc.uchile.cl/~psalinas/uml/casosuso.html>. Último acceso: Diciembre del 2005.
- [URL 13] User centred design standards. <http://www.usability.serco.com/trump/resources/standards.htm>. Último acceso: Diciembre 2004.
- [URL 14] Webopedia. <http://www.webopedia.com/TERM/P/PDA.html>. Último acceso: Junio del 2005.