

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN  
SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA**



---

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS  
EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

---

**Videojuegos en pisos interactivos para promover ejercicio  
colaborativo**

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias

Presenta:

**Franceli Linney Cibrian Robles**

Ensenada, Baja California, México  
2014

Tesis def  
endida por

**Franceli Linney Cibrian Robles**

y aprobada por el siguiente Comité

---

Dra. Ana Isabel Martínez García  
Codirector de Comité

---

Dra. Mónica Elizabeth Tentori Espinosa  
Codirector de Comité

---

Dr. Jesús Favela Vara  
Miembro del Comité

---

Dr. Salvador Villarreal Reyes  
Miembro del Comité

---

Dr. Raúl Rivera Rodríguez  
Miembro del Comité

---

Dra. Ana Isabel Martínez García  
Coordinador del Posgrado en  
Ciencias de la Computación

---

Dr. Jesús Favela Vara  
Director de Estudios de Posgrado

*Octubre, 2014*

Resumen de la tesis que presenta **Franceli Linney Cibrian Robles** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ciencias de la Computación.

## **Videojuegos en pisos interactivos para promover ejercicio colaborativo**

Resumen elaborado por:

---

Franceli Linney Cibrian Robles

En México, 34% de los niños tienen obesidad y/o sobrepeso. El estilo de vida sedentario, la mala nutrición y la falta de ejercicio afectan la calidad de vida de los niños en edad preescolar (4 – 6 años de edad o preescolares), y el desarrollo de sus habilidades motoras. El ejercicio apropiado para esa edad es importante para ayudar a los preescolares a aprender, explorar su ambiente, tener conciencia corporal, expresarse y socializar.

Los videojuegos basados en movimiento en pisos interactivos apoyan la adecuada ejercitación de los preescolares. Estos favorecen al ejercicio y la socialización en ambientes lúdicos. Sin embargo, carecen de mecanismos para apoyar a preescolares a desarrollar habilidades motoras de acuerdo a su edad.

En esta tesis, presentamos el diseño, implementación y evaluación de “Las Reliquias del Explorador, un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo que incorpora mecanismos para desarrollar de manera colaborativa habilidades motoras apropiadas para preescolares. Se siguió una metodología de diseño iterativa centrada en el usuario para entender las sesiones de ejercicio y mecanismos de colaboración que ayuden a los preescolares mientras se ejercitan. Se realizó una evaluación en sitio con 12 niños en una escuela de preescolar. El estudio se realizó mediante un experimento intra-sujetos (*within-subjects*) y se evaluó el ejercicio, colaboración y experiencia de juego. Los resultados muestran que el tiempo de ejercicio activo es igual al realizado en un circuito tradicional de ejercicio, los niños tienen menos problemas de colaboración y ellos tienen una gran experiencia de juego.

Palabras clave: **Videojuegos basados en movimiento, pisos interactivos, niños, habilidades motoras, colaboración.**

Abstract of the thesis presented by **Franceli Linney Cibrian Robles** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree Computer Science

### **Videogames on interactive floors to promote collaborative exercise**

Abstract by:

---

Franceli Linney Cibrian Robles

In Mexico, 34% of children are obese and/or overweight. Sedentary lifestyles, poor nutrition, and lack of exercise affect young children's (4 – 6 years old) quality of life, and motor skills development. Appropriate exercise is important to help young children to learn, explore the environment, gain body awareness, support self-expression and socialization.

Exergames on interactive floors are appropriate to help young children when exercising and socializing in ludic environments. However, they lack of appropriate mechanisms to help young children develop age-appropriate motor skills.

In this thesis, we present the design, development and evaluation of Hunting Relics -an interactive floor exergame that incorporates mechanisms to develop motor skills and collaboration in young children. We followed an iterative user-centered design methodology to understand the exercise sessions and collaboration mechanisms to help children's exercising. We conducted an evaluation with 12 children in kindergarten. The study followed a within-subject experiment, and we evaluated exercise, collaboration and game experience. The results showed that exercising in the interactive floor is equivalent to exercising in a traditional circuit exercise session, children have less collaboration problems and they have a greater game experience.

Keywords: **Exergames, interactive floors, children, motor skills, collaboration.**

## Dedicatoria

*A mi esposo, mis padres y mis hermanos.*

## Agradecimientos

Agradezco especialmente a mis directoras de tesis, Dra. Mónica Tentori y Dra. Ana Isabel Martínez por su guía, enseñanzas y apoyo durante este trabajo de tesis.

A los miembros del comité de tesis, Dr. Jesús Favela, Dr. Salvador Villarreal, y Dr. Raúl Rivera, por su tiempo, observaciones y sugerencias a lo largo del desarrollo de este trabajo.

A mi esposo Armando Beltrán por su apoyo, consejos y amor incondicional durante todo este tiempo.

A mis padres y hermanos por su apoyo y confianza que siempre han tenido en mí.

Agradezco a mis maestros y compañeros del posgrado de Ciencias de la Computación especialmente la generación 2011 con quienes conviví durante este par de años y de quienes recibí siempre buenas atenciones y consejos.

A mis compañeros Deysi, Oscar e Hildelisa por asistirme en los experimentos presentados en este trabajo. También agradezco a la Estancia Infantil CICESE y al personal que ahí labora, en especial a la maestra Gyna y sus estudiantes, por participar en la evaluación en esta investigación

Finalmente, a CICESE por permitirme estudiar este posgrado, y al personal administrativo por la excelente atención que siempre me brindaron y al CONACyT por su apoyo económico para realizar mis estudios.

# Tabla de contenido

	Página
<b>Resumen español</b> .....	i
<b>Resumen inglés</b> .....	ii
<b>Dedicatorias</b> .....	iii
<b>Agradecimientos</b> .....	iv
<b>Lista de Figuras</b> .....	viii
<b>Lista de Tablas</b> .....	x
<b>Capítulo 1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.1.1 Psicomotricidad infantil.....	2
1.1.1.1 Desarrollo motor.....	3
1.1.1.2 Desarrollo psicosocial .....	3
1.1.2 Prácticas actuales para ejercitarse en México .....	4
1.1.2.1 Activación física.....	4
1.1.2.2 Educación física .....	5
1.2 Planteamiento del problema.....	6
1.2.1 Preguntas de investigación .....	7
1.2.2 Objetivos .....	7
1.3 Metodología.....	8
1.4 Estructura de la tesis.....	10
<b>Capítulo 2. Videojuegos basados en movimiento</b> .....	<b>11</b>
2.1 Videojuegos basados en movimiento como alternativa para promover ejercicio .....	11
2.1.1 Videojuegos colaborativos basados en movimiento.....	13
2.1.2 Videojuegos basados en movimiento en superficies interactivas.....	13
2.1.2.1 Publicitarios.....	14
2.1.2.2 Entretenimiento .....	15
2.1.2.3 Educación.....	15
2.1.2.4 Desarrollo de habilidades motoras .....	17
2.2 Resumen del trabajo previo.....	18
<b>Capítulo 3. Estudio contextual. Trabajo en sitio</b> .....	<b>20</b>
3.1 Colección de datos.....	20
3.2 Análisis de datos .....	22
3.3 Resultados .....	24
3.3.1 Temas emergentes .....	24
3.3.1.1 Escenario de una sesión de ejercicio .....	25
3.3.2 Consideraciones de diseño .....	26
3.3.2.1 Proporcionar una historia de fondo en el juego.....	26
3.3.2.2 Proporcionar una sesión de ejercicios adecuada .....	27
3.3.2.3 Recomendaciones para antes y después de realizar un ejercicio.....	28
3.3.2.4 Proporcionar logros compartidos.....	29
3.3.3 Movimientos y ejercicios motrices gruesos .....	29

## Tabla de contenido (Continuación)

3.3.4	Prototipos .....	30
3.4	Resumen y conclusiones .....	32
<b>Capítulo 4. Diseño e implementación .....</b>		<b>33</b>
4.1	Sesiones de diseño .....	33
4.1.1	Sesión de diseño participativa: usando la superficie interactiva.....	34
4.1.2	Sesión de diseño: diseñando el videojuego .....	37
4.1.3	Sesión de diseño participativa: validando el diseño .....	38
4.2	Diseño del videojuego. ....	38
4.2.1	Dinámica del videojuego .....	39
4.2.2	Historia .....	40
4.2.3	Sesión de ejercicio .....	41
4.2.4	Logros compartidos utilizando mecanismos de colaboración.....	42
4.2.5	Interfaz de configuración .....	44
4.2.6	Escenario de uso del videojuego.....	45
4.3	Implementación del prototipo de alta fidelidad .....	46
4.3.1	Arquitectura del piso interactivo .....	47
4.3.1.1	Infraestructura física.....	47
4.3.1.2	Configuración física.....	48
4.3.2	Arquitectura del videojuego .....	49
4.3.2.1	Interfaz de usuario.....	51
4.3.2.2	Lógica del juego .....	51
4.3.2.3	Calibración .....	53
4.3.3	Escenario de la implementación del videojuego.....	54
4.4	Resumen y conclusiones .....	57
<b>Capítulo 5. Evaluación .....</b>		<b>58</b>
5.1	Metodología.....	58
5.2	Objetivos .....	59
5.3	Diseño del experimento.....	59
5.3.1	Participantes.....	59
5.3.2	Configuración .....	60
5.3.2.1	Instalación del piso Interactivo .....	60
5.3.2.2	Circuito de ejercicios .....	61
5.3.3	Procedimiento .....	62
5.4	Desarrollo del experimento.....	62
5.5	Análisis de datos .....	63
5.5.1	Ejercicio.....	63
5.5.2	Colaboración .....	65
5.5.3	Experiencia de juego.....	66
5.6	Resultados y Discusión .....	67
5.6.1	Ejercicio.....	67
5.6.2	Colaboración .....	69
5.6.3	Experiencia de juego.....	70
5.7	Resumen y conclusiones .....	74



## Tabla de contenido (Continuación)

<b>Capítulo 6. Conclusiones, aportaciones y trabajo futuro .....</b>	<b>75</b>
6.1    Conclusiones.....	75
6.2    Aportaciones .....	77
6.3    Limitaciones .....	78
6.4    Trabajo Futuro.....	79
<b>Lista de referencias.....</b>	<b>81</b>
<b>Apéndice 1 .....</b>	<b>87</b>
<b>Apéndice 2 .....</b>	<b>90</b>
<b>Apéndice 3 .....</b>	<b>91</b>
<b>Apéndice 4 .....</b>	<b>92</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Metodología centrada en el usuario .....	8
<b>Figura 2.</b> Videojuego publicitario .....	14
<b>Figura 3.</b> El patio interactivo propuesto por Tetteroo (2012).....	15
<b>Figura 4.</b> Stomp.....	16
<b>Figura 5.</b> Fish Game.....	17
<b>Figura 6.</b> Clase de educación física.....	21
<b>Figura 7.</b> Ejemplo de codificación.....	23
<b>Figura 8.</b> Análisis del uso de un piso interactivo.....	24
<b>Figura 9.</b> Resultado del diagrama de afinidad .....	25
<b>Figura 10.</b> Prototipo 1: Naturaleza.....	31
<b>Figura 11.</b> Prototipo 2: Espacio .....	31
<b>Figura 12.</b> Niños jugando escenarios de naturaleza durante una de nuestras sesiones de diseño participativo.....	34
<b>Figura 13.</b> Niños jugando escenario del espacio.....	35
<b>Figura 14.</b> Escenarios propuestos por los niños.....	36
<b>Figura 15.</b> De bosquejos digitales a interfaces gráficas del videojuego .....	37
<b>Figura 16.</b> Diagrama de flujo de la dinámica del juego.....	39
<b>Figura 17.</b> Descripción gráfica de la historia de “Las Reliquias del Explorador”.....	40
<b>Figura 18.</b> Mapa y niveles del videojuego “Las Reliquias del Explorador”.....	41
<b>Figura 19.</b> Mecanismos de colaboración. a)División de tareas, b)Turnos, c) Juntos.....	43
<b>Figura 20.</b> Mapa del juego con la zona de espera.....	43
<b>Figura 21.</b> Interfaz de configuración .....	44
<b>Figura 22.</b> Metodología para el diseño e implementación .....	46
<b>Figura 23.</b> Diagrama de emplazamiento del sistema. a) Entrada del sistema con el sensor Kinect, b)Procesamiento de entrada y salida mediante una PC, con la aplicación TSPS, c) salida un proyector y un dispositivo de audio.....	48
<b>Figura 24.</b> Información obtenida con la librería TSPS. a) identificador del usuario, b)duración, c)centroide, d)velocidad, e)profundidad. ....	48
<b>Figura 25.</b> Configuración de los componentes físicos. a)Espejo, b) estructura del proyector, c)base del proyector, d) esquema general .....	49
<b>Figura 26.</b> Arquitectura lógica del juego en tres capas.....	50
<b>Figura 27.</b> Diagrama de clases de la capa Interfaz de usuario.....	51
<b>Figura 28.</b> Diagrama de clases de la capa lógica del juego .....	52
<b>Figura 29.</b> Interfaz gráfica para la calibración.....	53
<b>Figura 30.</b> Representación de las variables de calibración. a) representación de las variables de acuerdo a su ubicación física b) representación del archivo de texto .....	54
<b>Figura 31.</b> Diagrama de secuencia del nivel de cruzar la cuerda .....	56
<b>Figura 32.</b> Metodología de evaluación.....	58
<b>Figura 33.</b> Configuración del piso interactivo.....	60
<b>Figura 34.</b> Niños durante la sesión de ejercicio utilizando un circuito de ejercicio (izquierda) y usando “Las Reliquias del Explorador” en el piso interactivo (derecha).....	63
<b>Figura 35.</b> Bitácora de codificación de video utilizando OSMOS.....	64
<b>Figura 36.</b> Bitácora de codificación de video utilizando CMP .....	66
<b>Figura 37.</b> Gráfica del tiempo activo de ejercicio total de cada participante. ....	68

## Lista de Figuras (Continuación)

<b>Figura 38.</b> Gráfica del promedio del tiempo activo de los niños durante cada etapa de la sesión de ejercicio. ....	68
<b>Figura 39.</b> Gráfica del total de eventos etiquetados. ....	70
<b>Figura 40.</b> Gráfica de los resultados del artefacto Fun soter. ....	71
<b>Figura 41.</b> Gráfica de los resultados del artefacto Fun Sorter aplicado de acuerdo a niveles/actividades de la sesión de ejercicio. ....	72
<b>Figura 42.</b> Promedios de la experiencia de juego.....	74

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Aspectos motrices de acuerdo a los elementos de psicomotricidad que soporta (Consejo Nacional de Fomento Educativo, 2010). .....	2
<b>Tabla 2.</b> Características relevantes de los videojuegos basados en movimiento presentados.....	19
<b>Tabla 3.</b> Características de los informantes.....	21
<b>Tabla 4.</b> Observaciones directas no participativas .....	22
<b>Tabla 5.</b> Características de las sesiones de diseño .....	33
<b>Tabla 6.</b> Estructura general del juego incluyendo la etapa de ejercicio, el mecanismo de colaboración y los ejercicios básicos de coordinación realizados para cada nivel del juego.....	42
<b>Tabla 7.</b> Información demográfica de los participantes del estudio.....	60
<b>Tabla 8.</b> Diseño del circuito de ejercicio de acuerdo a cada nivel de Las reliquias del explorador.....	61
<b>Tabla 9.</b> Configuración de ejercicios que se siguió durante las sesiones de ejercicio ...	62
<b>Tabla 10 .</b> Resultados comparativos del circuito y el videojuego con respecto a los eventos de ejercicio .....	69
<b>Tabla 11.</b> Resultados comparativos del circuito y el videojuego con respecto a los eventos de colaboración.....	70

# Capítulo 1. Introducción

---

## 1.1 Antecedentes

La obesidad y el sobrepeso son un problema de salud pública conocidos actualmente como la gran epidemia del siglo XXI (OECD, 2012). Estos problemas son considerados el quinto factor principal de riesgo de defunción en el mundo, dado que son la principal causa de enfermedades no transmisibles<sup>1</sup> (e.g., enfermedades cardiovasculares, diabetes, trastornos del aparato locomotor). Estas enfermedades en niños son más alarmantes, ya que afectan su calidad de vida desde edades tempranas.

En México, 34% de niños en edad escolar entre 5 y 11 años de edad presentan obesidad y sobrepeso (Gutiérrez et al., 2012). Durante los últimos años, la incidencia de obesidad y sobrepeso en niños en edad preescolar (menores a 5 años de edad) se ha incrementado de 7.2% a 9.2% en 6 años, ubicando al país en los primeros lugares a nivel mundial en obesidad infantil.

El Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria (Secretaría de Salud, 2010), afirma que los cambios drásticos en los estilos de vida, la mala nutrición, el sedentarismo y la escasa actividad física son las principales causas de la obesidad y el sobrepeso.

En la actualidad, en México, sólo el 35% de niños<sup>2</sup> realizan actividad física (Secretaría de Salud, 2010). La falta de ejercicio y el sedentarismo les afecta en su desarrollo, ya que el movimiento apoya a los niños a aprender, explorar el entorno, conocer su cuerpo, expresarse y socializar (Gallahue y Cleland-Donnelly, 2007).

La práctica de actividad y ejercicio físico debe cultivarse desde edades tempranas, debido a que los preescolares<sup>3</sup> tienen que desarrollar su psicomotricidad a través de actividades que impliquen fuerza, velocidad, flexibilidad, coordinación, entre otras (Secretaría de Educación Pública, 2011).

---

<sup>1</sup> <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

<sup>2</sup> **Niños:** por convención en la lectura, de aquí en adelante, nos referiremos a “niños” a los niños en edad abarcan edades de 4 a 11 años.

<sup>3</sup> **Preescolares:** por convención en la lectura, de aquí en adelante, nos referiremos a preescolares a los niños en edad preescolar que abarcan edades de 4 a 6 años.

### 1.1.1 Psicomotricidad infantil

El movimiento es la base de la psicomotricidad y permite a los preescolares aprender, explorar el ambiente, socializar, respetar reglas, tener conciencia corporal y expresarse (Gallahue y Cleland-Donnelly, 2007). En general, el movimiento beneficia tres aspectos principales en los niños:

- **Motor:** Involucra la integración adecuada de los movimientos. Los niños de preescolar comienzan a dominar su cuerpo y desarrollan acciones complejas de coordinación.
- **Cognoscitivo:** Promueve la obtención de nuevos aprendizajes, pensamiento más complejo y abstracto. El niño de preescolar a través del movimiento organiza y aprende lateralidad, esquema corporal, entre otros.
- **Psicosocial:** El control de movimiento puede apoyar a los niños en edad preescolar a llevar a un mejor control de su conducta, y desarrollar su creatividad, tolerancia y cooperación.

Cada uno de estos tres aspectos está involucrado con alguna de las actividades motrices del niño (ver Tabla 1). Por ejemplo, en la parte motriz se apoya el equilibrio y coordinación; en el aspecto cognoscitivo, la atención e imitación; y en el psicosocial, la colaboración y tolerancia (Consejo Nacional de Fomento Educativo, 2010; Zapata, 1997).

**Tabla 1.** Aspectos motrices de acuerdo a los elementos de psicomotricidad que soporta (Consejo Nacional de Fomento Educativo, 2010).

Motor	Cognoscitivo	Psicosociales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respiración</li> <li>• Equilibrio</li> <li>• Coordinación               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación global</li> <li>• Coordinación óculo-manual</li> <li>• Coordinación óculo-pedal</li> </ul> </li> <li>• Lateralidad</li> <li>• Ritmo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquema corporal</li> <li>• Espacio</li> <li>• Atención</li> <li>• Imitación</li> <li>• Percepción</li> <li>• Tiempo</li> <li>• Ubicación espacial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conciencia de sí mismo</li> <li>• Colaboración</li> <li>• Creatividad</li> <li>• Tolerancia</li> <li>• Turnos</li> <li>• Cooperación</li> </ul>

La presente tesis está enfocada principalmente en el aspecto motor y psicosocial, los cuales se describen en las siguientes secciones.

### 1.1.1.1 Desarrollo motor

Se entiende por desarrollo motor la capacidad de generar movimientos de manera voluntaria (Zapata, 1997). Estos movimientos se pueden clasificar en tres categorías (Gallahue y Cleland-Donnelly, 2007):

- **Locomoción:** Movimientos que implican desplazamiento, les ayudan a los preescolares en el desarrollo de habilidades motrices gruesas y ritmo (e.g., caminar, correr).
- **Estabilidad:** Movimientos del cuerpo que demandan a los preescolares mantener su posición corporal en el mismo lugar, y que les ayudan en el control de equilibrio, coordinación y lateralidad (e.g., brincar, girar).
- **Manipulación:** Movimientos que involucran controlar sus manos y pies ayudándoles en el desarrollo de coordinación óculo-manual y óculo-pedal (e.g., pisar, atrapar).

Durante la etapa de preescolar, los niños van perfeccionando sus movimientos, se espera que durante los 3 y 4 años desempeñen con mayor velocidad y precisión ejercicios de coordinación óculo-manual (gatear), óculo-pedal (saltar obstáculos), y equilibrio (pararse en un pie). En contraste, durante los 5 y 6 años de edad, se espera que los niños puedan desplazarse en diferentes posiciones (caminar en la punta de los pies), tengan control de su lateralidad (identificar mano derecha, mano izquierda), incrementen y perfeccionen su coordinación (atajar una pelota), equilibrio (caminar sobre elementos con altura) y ritmo (seguir el ritmo de una canción con palmadas) (Zapata, 1997).

### 1.1.1.2 Desarrollo psicosocial

El aspecto psicosocial es de vital importancia para los preescolares debido a que les ayuda en el establecimiento de relaciones interpersonales, fortalece la regulación de emociones, y fomenta el control de sus conductas (Secretaría de Educación Pública, 2011).

De acuerdo a UNICEF (2004), a los niños les resulta difícil aprender a convivir, sin embargo, si practican actividades asociadas a la convivencia desde edades tempranas tienen mejores posibilidades de ser más tolerantes, solidarios, respetar las reglas, y desarrollar una actitud de confianza en sí mismo (Giraldo, 2005). Algunas conductas

psicosociales relevantes incluyen aprender que sumando esfuerzos individuales se puede cumplir una meta más grande, aprender a comunicarse, respetar a sus pares, y ayudarse.

En general, una manera de aprender a convivir es mediante actividades cooperativas/colaborativas, las cuáles son aplicables en cualquier ámbito, pero, son más fáciles de usar en una sesión de educación física. Las actividades cooperativas ayudan a integrar a los niños en la realización de ejercicio (sin distinción de sus habilidades), principalmente si en estas actividades se ponen metas colectivas, donde todos deben participar y, no importa fallar, si no, desarrollar mejor sus capacidades con ayuda de los demás (Giraldo, 2005).

### **1.1.2 Prácticas actuales para ejercitarse en México**

Actualmente las escuelas de educación preescolar en México fomentan el ejercicio *no estructurado* y *estructurado* (Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, 2012). El ejercicio no estructurado se refiere a un conjunto de actividades motrices que fomenten la actividad física, conocidas como rutinas de activación física (Secretaría de Educación Pública, 2010). En contraste, las actividades estructuradas son actividades físicas organizadas, planificadas, y repetitivas que tienen como finalidad mejorar o mantener el desarrollo motor –en las escuelas se les conoce como clase de educación física (Consejo Nacional de Fomento Educativo, 2010).

#### **1.1.2.1 Activación física**

El programa de activación física surge en México en el año 2001 con el objetivo de implantar en las escuelas de educación básica rutinas de 15 minutos de ejercicio al inicio de clases y después del recreo<sup>4</sup>. En 2010 y debido a la dimensión que adquirió el problema se lanzó el “Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria, Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad” (Secretaría de Salud, 2010), donde, se crean las Guías de activación física para educación preescolar, primaria y secundaria. El objetivo de la activación física es incentivar la actividad física de los alumnos mediante la realización de actividades lúdicas (Secretaría de Educación Pública, 2010)

---

<sup>4</sup>Fox V. Presentación del Programa Nacional de Activación Física 2001.  
<http://fox.presidencia.gob.mx/actividades/?contenido=686>



Las rutinas de activación física en educación preescolar, consisten en pedirles a los niños que realicen juegos donde ejecuten ejercicios de orden y control, es decir, que realicen una postura correcta, bailes o danzas, rondas infantiles, juegos cooperativos. Normalmente, los ejercicios de activación física tienen una duración máxima de 15 minutos, son sin estructura y sin un orden definido. Cada grupo puede realizar de manera independiente la activación física o pueden juntarse todos los grupos de la escuela para realizarla.

### **1.1.2.2 Educación física**

De acuerdo con la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (2012) los niños de 4 a 5 años de edad, deben realizar al menos 60 minutos de ejercicio físico estructurado al día. Sin embargo, en México, la clase de educación física es en promedio una vez por semana, con una duración de 39 minutos, tiene poco impacto en el valor curricular, y la calidad de la clase es frecuentemente inadecuada para los niños, principalmente por que los maestros de educación física son insuficientes (Secretaría de Salud, 2010).

A nivel preescolar la educación física tiene como objetivo formar todo lo relacionado con el uso del cuerpo a través de la ejecución de movimientos corporales. La educación física fomenta la convivencia, amistad y cooperación (Gallahue y Cleland-Donnelly, 2007).

Las clases de educación física son una secuencia lógica y cronológica de actividades o ejercicio que debe estar compuesta por una parte inicial, una parte medular, y una parte final. La parte inicial o calentamiento es la introducción a la actividad física mediante la preparación del cuerpo para evitar lesiones. La parte medular incluye el ejercicio de mayor esfuerzo o dificultad, y la parte final o relajación es donde el organismo se estabiliza nuevamente, regresando a un estado normal. Las clases de educación física se realizan de manera particular para cada grupo con el objetivo de elegir ejercicios apropiados de acuerdo a la edad de los niños (Consejo Nacional de Fomento Educativo, 2010).

Dadas las necesidades establecidas para realizar ejercicio en la etapa de preescolar, en la siguiente sección se describe el planteamiento del problema abordado en este trabajo de tesis.

## 1.2 Planteamiento del problema

Debido a la incidencia de la problemática de obesidad y sobrepeso infantil en México, una alternativa que surge para promover actividad física y apoyar las clases de educación física, son los videojuegos basados en movimiento (*exergames*). Los videojuegos basados en movimiento son: “videojuegos que utilizan interfaces que requieren un esfuerzo físico como parte de la experiencia de juego” (Sinclair, Hingston, y Masek, 2007), además demandan al jugador imitar el ejercicio físico, debido a que la interacción es mediante movimientos del cuerpo (Bogost, 2005; Juul, 2012).

Los videojuegos basados en movimiento utilizan diferentes técnicas para motivar a los jugadores a realizar ejercicio, y tienen múltiples modalidades (*i.e.*, individual, multijugador). Por ejemplo, la modalidad multijugador (cooperar o competir) permite a los jugadores utilizar el videojuego basado en movimiento de manera colectiva, siendo más agradable y motivante con respecto al juego individual (Peng y Crouse, 2013).

Los preescolares perciben la actividad física como una actividad colectiva (Giraldo, 2005), por lo que para ellos es importante utilizar videojuegos basados en movimiento con la modalidad de colaboración/cooperación. Así mismo, los niños necesitan un videojuego que les proporcione una interacción natural, es decir, que elimine la dependencia de mecanismos de entrada abstractos (*e.g.*, teclado, control tradicional).

Las superficies interactivas son superficies físicas (*e.g.*, piso, pared y mesa) que pueden ser manipuladas directamente, proporcionando una interacción natural que favorecen el ejercicio y la socialización (Moreno, van Delden, Poppe, y Reidsma, 2013; Poppe, Delden, Moreno, y Reidsma, 2014; Joa Soler-Adillon, Ferrer, y Parés, 2009).

En la literatura se han explorado distintos videojuegos basados en movimiento en superficies interactivas (Ford, Wyeth, y Johnson, 2012; Grønbæk, Iversen, Kortbek, Nielsen, y Aagaard, 2007b; Landry et al., 2013), los cuales se enfocan en sesiones de ejercicios no estructuradas.

Dada la necesidad de los niños de preescolar de ejercitarse realizando actividad física estructurada para el desarrollo de habilidades motoras, en la presente tesis se plantea el desarrollo de un videojuego basado en movimiento, en un piso interactivo que

integra una secuencia lógica y cronológica de actividades que ayude a los niños de preescolar a realizar ejercicios motores de acuerdo a su edad.

También, considerando que los niños necesitan aprender a cooperar/colaborar con sus pares, como parte de su desarrollo psicosocial, y puesto que las superficies interactivas fomentan la socialización (Grønbæk et al., 2007b; J Soler-Adillon y Parés, 2009), se propone que el videojuego basado en movimiento utilice la modalidad de colaboración para fomentar un ambiente de cooperación, ayuda y tolerancia necesario para que los niños de preescolar se ejerciten en grupo.

### **1.2.1 Preguntas de investigación**

Dada la problemática anterior surgen las siguientes preguntas de investigación:

- [P1]. ¿Qué habilidades motoras puede desarrollar un niño utilizando un piso interactivo?
- [P2]. ¿Qué escenarios son adecuados para que los niños puedan ejercitarse en un piso interactivo?
- [P3]. ¿Cuáles son los mecanismos de colaboración adecuados en un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo?
- [P4]. ¿Cuál es el desempeño de actividad física y colaboración de la superficie interactiva con respecto una clase típica de educación física?

### **1.2.2 Objetivos**

Tomando como base nuestra previa experiencia y oportunidades dentro del diseño de sistemas interactivos para apoyar la problemática que se presentó, en este proyecto nos enfocaremos en el siguiente objetivo general:

*Diseñar e implementar un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo, que motive a niños de 4 a 6 años de edad a realizar ejercicio, de forma colaborativa, evaluando su desempeño en comparación con una clase tradicional de educación física.*

A partir del objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- [OE1]. Identificar las características de diseño que debe tener un videojuego en una superficie interactiva.

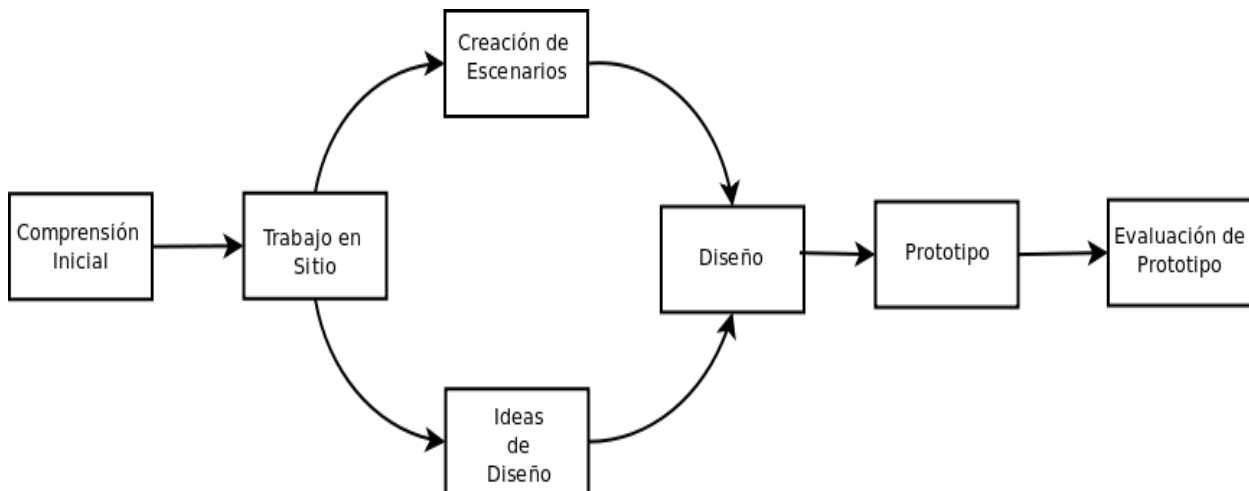
[OE2]. Diseñar e implementar un videojuego colaborativo en un piso interactivo que fomente la actividad física en niños pequeños.

[OE3]. Evaluar el impacto del videojuego en comparación con un circuito de ejercicio tradicional de una clase de educación física.

### 1.3 Metodología

Para el desarrollo de este videojuego, se aplicó la metodología de diseño centrada en el usuario (*i.e.*, Metodología de guitarra, ver Figura 1). Esta metodología se ha aplicado en varios proyectos de diseño de sistemas ubicuos particularmente en CICESE (Martínez García, Tentori, y Rodríguez, n.d.).

El proceso metodológico fue el siguiente:



**Figura 1.** Metodología centrada en el usuario

**1. Estudio contextual.** El estudio contextual tiene por objetivo adquirir una comprensión inicial del problema y obtener información de los usuarios potenciales, considerando el contexto para el cual se está desarrollando el sistema (Beyer y Holtzblatt, 1999). Como trabajo en sitio, en esta etapa se realizaron entrevistas semi-estructuradas con maestros de educación física, preescolar, entrenadores de fútbol, entre otros. Además, se realizaron observaciones no participativas de niños realizando actividad física/ejercicio, así como también, observando los movimientos que una superficie interactiva los invita a practicar. Para analizar la información se utilizaron técnicas cualitativas (*e.g.*, diagrama de afinidad, teoría fundamentada). Los resultados de esta

fase incluyen: (1) mejor entendimiento del problema; (2) mejor entendimiento de las interacciones de los niños en un piso interactivo; (3) un conjunto de consideraciones de diseño.

**2. Diseñar escenarios de uso de la tecnología.** Con base en los resultados que se obtuvieron del estudio contextual, se diseñaron escenarios que muestran como un videojuego basado en movimiento en una superficie interactiva apoya la práctica del ejercicio. La metodología de diseño involucró la realización de sesiones de diseño participativas, en donde se presentaron ideas y escenarios de usos potenciales de un piso interactivo a los maestros y niños. El objetivo de estas sesiones de diseño fue obtener la retroalimentación necesaria para el diseño del videojuego. El análisis de los datos recabados en esta fase se realizó con técnicas de diseño contextual rápido (e.g., guion de visualización y prototipado rápido). En esta fase se obtuvo como resultado: un diseño de baja fidelidad del videojuego.

**3. Diseño e implementación del videojuego.** En esta etapa, de acuerdo al prototipo de baja fidelidad, se re-diseñó e implementó un videojuego de alta fidelidad en un piso interactivo. Para ello se siguió una metodología iterativa e incremental, es decir, el juego se dividió en pequeños bloques llamados iteraciones (Fowler, 2003), las cuales nos permitieron llevar a cabo un proceso de análisis, diseño, codificación y pruebas unitarias, durante el desarrollo del juego. Como resultado de esta fase se obtuvo: (1) un piso interactivo y (2) la versión final del prototipo que funciona en el piso interactivo.

**4. Evaluación del prototipo final.** Por último, se realizó una evaluación en sitio, en un jardín de niños en la ciudad de Ensenada B. C. México, el cual consistió en comparar el ejercicio, colaboración y experiencia de juego del prototipo final con respecto a un circuito de ejercicio típico de una clase de educación física (conjunto de pruebas físicas consecutivas realizadas en una sesión de educación física). La evaluación fue video grabada y se utilizaron técnicas cuantitativas (e.g., *análisis de secuencia por eventos*) para medir el impacto que tuvo el prototipo para promover actividad física y colaboración.

## 1.4 Estructura de la tesis

Esta tesis contiene seis capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el Capítulo 2, se presentan los trabajos relacionados con respecto a los videojuegos basados en movimiento, principalmente videojuegos colaborativos basados en movimiento y específicamente videojuegos basados en movimiento en superficies interactivas.

En el Capítulo 3 se explica el estudio contextual que se llevó a cabo para encontrar las consideraciones de diseño necesarias en un videojuego basado en movimiento para el ejercicio colaborativo.

En el Capítulo 4 se detallan los métodos utilizados para el diseño del videojuego “Las Reliquias del Explorador”, así como también se describe la arquitectura propuesta para la implementación del piso interactivo y la implementación del videojuego.

La evaluación de “Las Reliquias del Explorador” se describe en el Capítulo 5. Este capítulo contiene el diseño del experimento, las actividades realizadas durante la evaluación y por último se muestra los resultados obtenidos y su análisis.

Por último, en el capítulo 6 se detallan las conclusiones y aportaciones de esta tesis, y se propone trabajo futuro.

## Capítulo 2. Videojuegos basados en movimiento

---

En este capítulo se presenta la investigación previa de videojuegos basados en movimiento como alternativa para promover ejercicio. Esta investigación se enfocó principalmente en aquellos trabajos centrados en videojuegos colaborativos basados en movimiento y videojuegos basados en movimiento en superficies interactivas. Los videojuegos basados en movimiento en superficies interactivas se clasificaron en cuatro grupos de acuerdo a su objetivo: publicitarios, de entretenimiento, educativos y para promover el desarrollo de habilidades motoras.

### 2.1 Videojuegos basados en movimiento como alternativa para promover ejercicio

Los videojuegos son una forma de entretenimiento muy popular, existen diferentes definiciones de lo que es un videojuego, por ejemplo:

*“Competencia mental, jugando con una computadora de acuerdo a ciertas reglas para la diversión, recreación o ganar el juego” (Zyda, 2005).*

*“Los videojuegos son programas informáticos diseñados para el entretenimiento y la diversión que se pueden utilizar a través de varios soportes como las videoconsolas, las computadoras o los teléfonos móviles” (Juárez y Mombiela, 2007)*

El principal objetivo de los videojuegos es el **entretenimiento**, sin embargo en la actualidad se le han añadido otros objetivos tales como: educar, publicitar, simular (Deterding, Dixon, Khaled, y Nacke, 2011). A este tipo de videojuegos se les conoce como videojuegos serios (*serious games*), los cuales se definen cómo:

*“Cualquier forma de software interactivo basado en videojuegos para uno o múltiples jugadores que puede ser usado en cualquier plataforma y que ha sido desarrollado con una intención más que entretenimiento” (Ritterfeld, Cody, y Vorderer, 2009).*

Dentro de la clasificación de los videojuegos serios existen los **videojuegos basados en movimiento** (*exergames*). Los videojuegos basados en movimiento, son

aquellos donde la interacción y resultado es determinado por el esfuerzo físico del jugador (Mueller et al., 2011; Sinclair et al., 2007), es decir, integran la actividad física dentro del juego utilizando interfaces que demandan del jugador la imitación de diferentes ejercicios físicos mediante avatares (*i.e.*, personajes) (Juul, 2012).

En la literatura, se han propuesto un amplio número de videojuegos basados en movimiento, incluyendo videojuegos comerciales como: *Power Pad de Nintendo Entertainment System*, *Foot Craze* (Bogost, 2005), y *Dance Dance Revolution* (Höysniemi, 2006). Estos juegos utilizan sensores embebidos en un tapete, conocidos como tapetes interactivos (Visell, Smith, y Cooperstock, 2013), los cuáles detectan cuando un usuario pisa en alguna región del tapete. Los videojuegos consisten en mostrarle al jugador una serie de patrones de movimiento, semejantes a los realizados en algún deporte (aeróbicos, carreras, baile). Los jugadores deben imitar estos movimientos pisando los sensores del tapete, y obtienen puntos al acertar en los sensores indicados.

Posteriormente, los videojuegos basados en movimiento se popularizaron a nivel comercial con la aparición de *Nintendo Wii*<sup>5</sup> en el año 2006 y *Kinect*<sup>6</sup> en 2010. El trabajo existente en el desarrollo de videojuegos en estas consolas, está enfocado principalmente en el área comercial para la realización de ejercicio y en la investigación para el apoyo de terapia, en niños y adultos mayores (Agmon, Perry, Phelan, Demiris, y Nguyen, 2011; Bainbridge, Bevans, Keeley, y Oriel, 2011; Gerling, Fuchslocher, y Schmidt, 2011; Gerling, Livingston, Nacke, y Mandryk, 2012; Sugarman, Weisel-Eichler, Burstin, y Brown, 2009).

Se ha realizado investigación que indica que los videojuegos basados en movimiento con la modalidad de multijugador, son más agradables y motivantes para los jugadores, debido a que los jugadores pueden competir o cooperar (Peng y Crouse, 2013). En la presente tesis, nos enfocamos en la modalidad de colaboración/cooperación debido a que en la etapa de preescolar, es importante que los niños realicen la actividad física o ejercicio de manera colectiva y no individual (Giraldo, 2005).

---

<sup>5</sup> <http://www.nintendo.com/wii>, funciona mediante el uso de una serie de dispositivos (e.g., un control remoto, *balance board*) que embeben diferentes sensores (e.g., acelerómetro) que detectan los movimientos que el jugador realiza

<sup>6</sup> <http://www.xbox.com/es-MX/Kinect>, utiliza algoritmos de visión para reconocer gestos y movimientos mediante una cámara RGB y un sensor de profundidad



### **2.1.1 Videojuegos colaborativos basados en movimiento**

Algunos videojuegos basados en movimiento fomentan la colaboración y socialización, por ejemplo: *ExerSync* (Park, Lee, Lee, Lee, y Son, 2013) y *FreeGaming* (Görgü et al., 2012). Ambos permiten a una persona definir una serie de ejercicios que los otros jugadores tienen que imitar. *ExerSync* (Park et al., 2013), está enfocado para adultos y requiere que ellos estén colocalizados y realicen ejercicio de manera presencial. En contraste, *FreeGaming* (Görgü et al., 2012) fue diseñado para adolescentes y permite a los jugadores utilizar sus dispositivos móviles y conectarse en cualquier momento y lugar.

Otros juegos que combinan la tecnología móvil y la realidad virtual para proporcionar un ambiente colaborativo entre los jugadores son los videojuegos creados por Maamar H, *et al.* (2012). En estos videojuegos los niños seleccionan el juego de su preferencia mediante su dispositivo móvil, y utilizando un dispositivo montado en la cabeza (*head mounted device*) pueden jugar mediante realidad virtual en equipos de fútbol o tenis.

Los dispositivos que requieren este tipo de videojuegos, demandan conocimientos previos para su uso, por lo que no son adecuados para niños de preescolar. Los niños de preescolar necesitan una interfaz natural que los haga sentir cómodos y les ofrezca una experiencia divertida y motivante. Una tecnología alternativa para los videojuegos basados en movimiento son las superficies interactivas, las cuáles se describen a continuación.

### **2.1.2 Videojuegos basados en movimiento en superficies interactivas**

Una superficie interactiva es una superficie física (e.g., mesa, piso, ventana, pared) que utiliza el modelo de interacción de manipulación directa (Grabs, 2009). Actualmente, existen videojuegos que utilizan como interfaz las superficies interactivas, debido a que ofrecen una interacción natural, segura y adecuada para la actividad física (Joa Soler-Adillon et al., 2009)

Los videojuegos en superficies interactivas, son una alternativa que surge para fomentar actividad física (Wyeth, Johnson, y Ziviani, 2013), socialización (Joa Soler-

Adillon et al., 2009) y cognición (Grønbaek, Iversen, Kortbek, Nielsen, y Aagaard, 2007a) (Pope et al., 2014) a niños pequeños.

Este tipo de videojuegos los clasificamos de acuerdo a su objetivo principal en:

- Publicitarios
- De entretenimiento
- Educativos
- Para promover el desarrollo de habilidades motoras

A continuación se describen los más relevantes.

### 2.1.2.1 Publicitarios

Una tendencia del uso de superficies interactivas es para publicitar productos (*advergames*), por ejemplo: *eyeclick*<sup>7</sup>, *touchmagix*<sup>8</sup>, Paximadaki (Grammenos y Margetis, 2012) (ver Figura 2). Las superficies interactivas utilizadas como publicidad están conformadas por una proyección en una superficie (piso, pared) y sensores ópticos indirectos (cámara infrarroja, cámara de profundidad). Los sensores detectan las interacciones del usuario y actualizan las animaciones en la proyección.

Este tipo de videojuegos fueron diseñados para un público en general y no se enfocan en el ejercicio ni socialización, si no que aprovechan el modelo de interacción para promocionar alguna marca comercial.



**Figura 2.** Videojuego publicitario

---

<sup>7</sup><http://www.eyeclick.com/>

<sup>8</sup><http://www.touchmagix.com/>

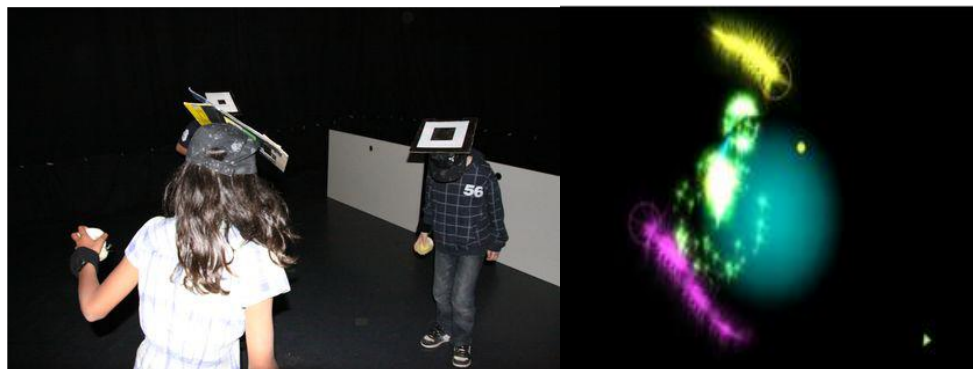
### 2.1.2.2 Entretenimiento

Otra tendencia son los patios de juego interactivos (*interactive playgrounds*), es decir, instalaciones potenciadas por la tecnología, que combinan la diversión y la inmersión de juegos digitales con los beneficios del juego libre y tradicional (Moreno et al., 2013). Estos patios interactivos promueven la socialización, y activación física.

Tettero (2012) presenta un patio interactivo que consiste en una proyección y una cámara infrarroja. Los niños son detectados por la cámara infrarroja mediante un marcador que tienen sobre una gorra que traen en su cabeza (ver Figura 3). El patio interactivo fue diseñado para niños de 8 a 12 años de edad y consiste en proyectar distintas figuras en el piso con las cuales los niños pueden interactuar.

Soler *et. al.* (2009), desarrollaron una superficie inflable donde se proyectan los juegos y los niños son sensados mediante cámaras infrarrojas. En el patio de juego se proyectan dos aplicaciones: *Virtual Mosaic* y *Robot Factory*.

Ambos patios interactivos fomentan la socialización, interacción natural y actividad física, pero están diseñados exclusivamente para jugar.



**Figura 3.** El patio interactivo propuesto por Tetteroo (2012)

### 2.1.2.3 Educación

Los videojuegos en superficies interactivas, también buscan mejorar el desarrollo cognitivo de los niños, principalmente aquellos niños cuyo estilo de aprendizaje es kinestésico –es decir los niños que asocian la información a sus sensaciones o movimientos.

Un ejemplo de una superficie interactiva utilizada para educación es *iGameFloor* (Grønbaek et al., 2007a, 2007b), el cual funciona en un piso de cristal, y utiliza un sistema de proyección y cámaras bajo el piso, diseñado para que lo jueguen niños de primaria. En esta superficie se desarrollaron diferentes juegos educativos con retos cognitivos específicos. Por ejemplo *Stepstone* es un videojuego basado en movimiento, en donde los participantes tienen que resolver preguntas de opción múltiple presionando con el pie, las piedras que contienen la respuesta correcta.

Otro ejemplo es *Stomp* (ver Figura 4), una plataforma interactiva proyectada en el piso, diseñada para personas con discapacidad intelectual (Wyeth, Summerville, y Adkins, 2011), y posteriormente adaptada para niños de preescolar (Ford et al., 2012; Wyeth et al., 2013). La plataforma utiliza sensores de presión incrustados en un tapete en el piso y dos sensores Kinect para detectar el movimiento de los niños. En esta plataforma se desarrollaron un conjunto de juegos educativos basados en la teoría de la autodeterminación, es decir, satisface las necesidades de competencia, autonomía y relaciones. Por ejemplo, tiene juegos con instrumentos musicales; juegos sobre operaciones básicas de matemáticas (contar ovejas); juegos sobre deportes (carreras, fútbol); y juegos creativos (colorear). Todos los juegos incorporan elementos para motivar la combinación de actividad física, cognitiva y social.



**Figura 4.** Stomp

Este tipo de videojuegos aprovechan el hecho de que los niños en edad preescolar aprenden a través de sus movimientos; sin embargo, no está claro si tienen la estructura adecuada para que los preescolares realicen ejercicio físico que les ayude en el desarrollo motor.

#### 2.1.2.4 Desarrollo de habilidades motoras

Una de las principales características de videojuegos basados en movimiento en superficies interactivas es que los niños pueden realizar actividad física, por lo que varios videojuegos se han enfocado en el desarrollo de habilidades motoras.

*Hop Hop Frog* y *Bubble Pop* (Leo y Tan, 2010), son dos juegos proyectados en el piso que sensan a los niños con un conjunto de cámaras infrarrojas. Estos juegos fueron diseñados para niños de preescolar y tienen el objetivo de ayudar a niños a mejorar la coordinación y la marcha (modalidad individual). En *Hop Hop Frog*, el jugador tiene que brincar persiguiendo a una rana que se mueve de manera aleatoria siempre y cuando sea factible para el jugador alcanzarla mediante un brinco. En *Bubble Pop*, aparecen un número determinado de cangrejos que el jugador deberá tocar utilizando pies o manos hasta terminar la sesión.

Otro ejemplo es *Fish game* (Landry et al., 2013), este videojuego utiliza una estructura inflable interactiva donde se proyecta un videojuego. Los jugadores son sensados por un sistema de visión por computadora infrarrojo. Este videojuego fue diseñado para niños de 11 y 12 años de edad (ver Figura 5). El juego consiste en coleccionar diez pescados para pasar al siguiente nivel. Para agarrar un pescado un jugador debe pasar sobre el pescado, entonces, el pescado salta y otro jugador deberá tocarlo con alguna parte del cuerpo, para atraparlo. Este videojuego promueve la cooperación en términos de secuencias de comportamientos motores.

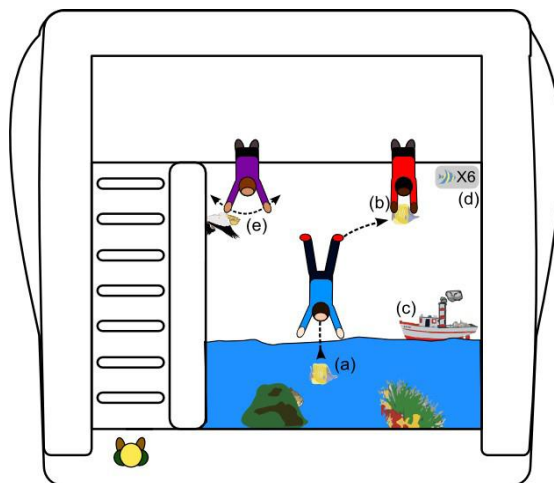


Figura 5. Fish Game

A pesar de que estos videojuegos son para el desarrollo de habilidades motoras, no queda claro si tienen los elementos suficientes para que los preescolares realicen ejercicio físico adecuado que les ayude en el desarrollo motor. Además que a pesar que la mayoría de ellos fomenta la socialización, la modalidad de colaboración ha sido poco explorada.

## **2.2 Resumen del trabajo previo**

En la Tabla 2, se muestra un resumen de los videojuegos que se han presentado en este capítulo. Para cada videojuego se detalla el objetivo, el aspecto motor que favorece y las modalidades con las que cuenta. Como se puede observar, en los que se refiere al aspecto motor, la mayoría de los videojuegos apoyan la actividad física (sin estructura definida), sin embargo, ninguno de ellos provee una estructura adecuada para apoyar el ejercicio físico en niños de preescolar. Por otra parte, los videojuegos para preescolares, con la modalidad colaborativa, han sido poco explorados y no queda claro que mecanismos de colaboración/cooperación pueden practicarse utilizándolos.

**Tabla 2.** Características relevantes de los videojuegos basados en movimiento presentados.

Videojuego	Tecnología	Objetivo	Población	Aspecto motor		Modalidad		
				Actividad física	Ejercicio físico	Multi-jugador	Competitivo	Colaborativo
Power Pad (Bogost, 2005)	Tapete interactivo	Actividad física	General	X		X	X	X
Dance Dance Revolution (Höysniemi, 2006)	Tapete interactivo	Actividad física	General	X		X		X
Wii Sport	Nintendo Wii	Actividad física	General	X		X	X	
Kinect Sport	Kinect	Actividad física	General	X		X	X	
ExerSync(Park et al., 2013)	Podómetro y Wifi	Ejercicio físico	Adultos (16 a 28 años)		X	X		X
FreeGaming (Görgü et al., 2012)	Celular	Actividad física	Adolescentes	X		X		X
Eyeclick / touchmagic	Piso interactivo	Comercial	General	X		X		
Paximadaki Margetis (Grammenos y Margetis, 2012)	Pared interactiva	Comercial	General	X		X		
Patio de juego interactivo (Tetteroo et al., 2012)	Piso interactivo	Entretenimiento	Niños (8 a 12 años)	X		X	X	X
Virtual Mosaic/Robot Factory (Joa Soler-Adillon et al., 2009)	Slide proyect	Entretenimiento	Niños (10 a 14 años)	X		X		
iGameFloor(Grønþæk et al., 2007b)	Piso interactivo	Educación	Niños ( 8 a 12 años)	X		X	X	X
Stomp (Wyeth et al., 2013)	Piso interactivo	Educación	Niños (3 a 5 años)	X		X	X	X
Hop Hop Frog / Buble pop (Leo y Tan, 2010)	Piso interactive	Habilidades motoras	Niños (3 a 5 años)	X				
Fish game (Landry et al., 2013)	Slide proyect	Habilidades motoras	Niños (11 a 12 años )	X		X		X

## Capítulo 3. Estudio contextual. Trabajo en sitio

---

En este capítulo se muestra el desarrollo y los resultados obtenidos del estudio contextual<sup>9</sup> (Beyer y Holtzblatt, 1999) realizado para determinar un conjunto de ejercicios y el modelo de interacción<sup>10</sup> apropiado para preescolares.

Este estudio se realizó con ayuda de diferentes maestros en educación preescolar, educación física, entre otros. El objetivo principal del estudio fue entender los problemas que tienen durante una sesión de ejercicio, así como también, explorar las estrategias que siguen para afrontar estos problemas. Con base en un conjunto de entrevistas y observaciones, obtuvimos un conjunto de consideraciones para realizar nuestro diseño.

En la primera parte de este capítulo se explica cómo se recopiló y analizó la información de los usuarios potenciales (maestros de preescolar, educación física); posteriormente se presentan los resultados obtenidos, entre los que destacan las consideraciones de diseño, el modelo de interacción entre los preescolares y un piso interactivo y dos prototipos donde se utilizaron los resultados.

### 3.1 Colección de datos

Para un mejor entendimiento del problema y determinar un conjunto de ejercicios, y modelos de interacción apropiados para los niños, se realizó un estudio cualitativo por un periodo de tres meses en dos Jardines de niños en Ensenada B.C. México.

Durante este tiempo se realizaron 6 entrevistas semi-estructuradas<sup>11</sup> a especialistas en educación física, educación artística y maestros de preescolar (ver Tabla 3). El objetivo de las entrevistas fue obtener información sobre las experiencias, problemas y estrategias que tienen los maestros al realizar sesiones de ejercicios con y sin uso de tecnología (ver Apéndice 1).

---

<sup>9</sup> **Estudio contextual:** es un estudio cualitativo que se realiza en sitio con los usuarios finales del sistema para encontrar los requerimientos del sistema, considerando el contexto de uso y las características de los usuarios potenciales.

<sup>10</sup> **Modelo de interacción:** La manera en como los usuarios se comunican o utilizan un sistema.

<sup>11</sup> **Entrevista semi-estructurada:** entrevistas guiadas por un conjunto de temas y preguntas abiertas, donde de acuerdo con las respuestas de los entrevistados, se pueden agregar preguntas o modificar el orden de los temas.



**Tabla 3.** Características de los informantes

ID	Categoría	Experiencia	Lugar	Método	Duración
EFF	Entrenador de fútbol	10 años	Deportivo “Gil Ojeda”	Entrevista	00:29:15
EFG	Lic. en educación física y maestra de gimnasia	10 años	Jardín de niños las Misiones y <i>GymKids</i>	Entrevista	00:28:39
EFM	Lic. en educación física	1 año	Estancia infantil CICESE	Entrevista	01:15:28
EAO	Lic. en educación y expresión artística	25 años	Estancia infantil CICESE	Entrevista	01:52:58
EPI	Lic. en educación preescolar y psicoterapeuta	15 años	Jardín de niños las Misiones	Entrevista	01:09:49
EPG	Lic. en educación preescolar	15 años	Estancia infantil CICESE	Entrevista	01:06:50

Las entrevistas se complementaron con observaciones directas no participativas<sup>12</sup> (ver Tabla 4), las cuales tenían dos objetivos: (1) observar a los niños realizando diferentes sesiones de ejercicios (ver Figura 6) y (2) observar que modelo de interacción utilizaban en un piso interactivo comercial, es decir, la manera en como los niños utilizan el piso interactivo).

**Figura 6.** Clase de educación física

<sup>12</sup> **Observación directa no participativa:** un investigador observa el comportamiento de los sujetos de estudio en un entorno dado.

**Tabla 4.** Observaciones directas no participativas

ID	Observación	Participantes	Lugar	Duración
CG	Clase de gimnasia	3 niños 1 maestro de gimnasia	GymKids	1:30:88
EF	Entrenamiento de futbol	10 niños 1 entrenador	Deportivo "Gil Ojeda"	1:30:00
CEA	Clase de educación artística	6 niños 1 maestro de artística	Estancia infantil CICESE	0:30:00
CEF	Clase de educación física	6 niños 1 maestro de preescolar	Estancia infantil CICESE	0:30:00
CP	Clase de preescolar <sup>13</sup>	6 niños 1 maestro de preescolar	Estancia infantil CICESE	0:30:00
PI1	Uso del piso interactivo de manera libre en una reunión	6 niños 1 investigador	Casa particular	0:17:37
PI2	Uso del piso interactivo de manera libre en una reunión	12 niño 1 investigador	Casa particular	00:24:48
PI3	Proyecto de clase del diseño de videojuegos en Flash para pisos interactivos	2 niños 1 investigador	CICESE	00:05:15

### 3.2 Análisis de datos

Para el análisis de datos los se utilizó un método mixto de técnicas de análisis cualitativas y cuantitativas. Las técnicas de análisis cualitativo que se utilizaron incluyen teoría fundamentada<sup>14</sup> y técnicas de diseño contextual rápido para generar diagramas de afinidad<sup>15</sup>. Para analizar los datos de los videos se utilizó la técnica cuantitativa de análisis secuencial<sup>16</sup>.

Las entrevistas (tiempo total = 06:22:59 hrs.) y notas de campo de las observaciones en niños realizando ejercicio (tiempo total = 04:31:24 hrs.) se transcribieron. Posteriormente, se realizó un microanálisis sobre las transcripciones que consiste en analizar línea por línea los documentos para identificar temas comunes y recurrentes (Corbin y Strauss, 2008). En la Figura 7 se muestra un extracto de la entrevista realizada al usuario EFG (ver Tabla 3), donde la maestra menciona como es una sesión de gimnasia, y a partir de ahí, se identificaron las citas relevantes asignándoles una palabra

<sup>13</sup> ¿Con cuál ejercicio llegas más lejos?, Juego y Aprendo con mi material de preescolar (Montañez et al., 2013)

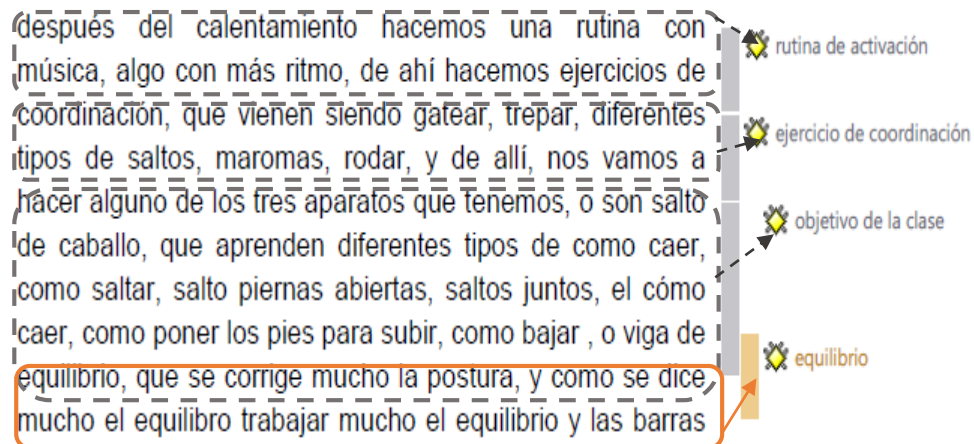
<sup>14</sup> **Teoría fundamentada:** metodología para generar teoría a partir de datos sistemáticamente capturados y analizados (Corbin & Strauss, 2008).

<sup>15</sup> **Diagramas de afinidad:** técnica que nos permite agrupar citas de acuerdo con su relación entre sí (Beyer & Holtzblatt, 1999).

<sup>16</sup> **Análisis secuencial:** método que mide la ocurrencia de un comportamiento.

clave de acuerdo al tema recurrente (*i.e.*, rutina de activación, ejercicios de coordinación, ejercicios de equilibrio).

Este microanálisis se complementó con sesiones de interpretación, que consistieron en identificar las relaciones entre los temas recurrentes; por ejemplo, en la Figura 7 se muestra que los temas recurrentes *ejercicios de coordinación* y *equilibrio* están relacionados porque ambos son objetivos de una sesión de ejercicio. Toda la información se concentró y transcribió utilizando el programa Atlas.ti<sup>17</sup>.



**Figura 7.** Ejemplo de codificación

Una vez categorizadas las citas, se realizó una sesión de interpretación utilizando la técnica de diagrama de afinidad (Beyer y Holtzblatt, 1999), donde se obtuvieron notas tales como preguntas, ideas de diseño, interpretaciones que se agruparon de acuerdo con los temas emergentes que se describen en la Sección 3.3.1.

Como complemento al análisis de las entrevistas se realizó un análisis secuencial a las observaciones de los niños jugando en un piso interactivo (tiempo total = 00:47:40 hrs.), utilizando un esquema de codificación de motricidad gruesa básica formado por los eventos de caminar, brincar, correr, pisar y agacharse. El procedimiento consistió en cuantificar cada vez que un niño realizaba un evento. En la Figura 8 se muestra, para cada renglón, los eventos que realizó el niño en un instante de tiempo.

<sup>17</sup> <http://www.atlasti.com/index.html>

Tiempo	Juego	Cantidad de niños	Caminar	Brincar	Correr	Pisar
00:02:41	bebeleche	1	1	1	1	1
00:04:07	bebeleche	1			1	
00:05:13	bebeleche	1			1	
00:05:52	bebeleche	1			1	1
00:06:44	bebeleche	1			1	
00:07:41	bebeleche	1	1			1
00:08:25	bebeleche	1	1			
00:09:06	bebeleche	1	1			
00:09:56	bebeleche	1	1			1
00:10:52	bebeleche	1			1	
00:11:45	bebeleche	1			1	
00:12:29	bebeleche	1	1			
00:13:29	bebeleche	1			1	
00:14:13	bebeleche	1			1	
00:15:06	bebeleche	1	1			
00:16:23	bebeleche	1			1	

Figura 8. Análisis del uso de un piso interactivo

### 3.3 Resultados

El estudio contextual nos ayudó a comprender de manera general los problemas que enfrentan y estrategias que utilizan los maestros durante actividades asociadas a la activación física y ejercicio. Con base en esto se plantearon un conjunto de demandas (*claims*) que necesita un videojuego para que los niños de preescolar realicen ejercicio, es decir, se sugieren un conjunto de ideas o consideraciones a tomar en cuenta al momento de diseñar nuestro juego.

Por otra parte, observar los movimientos realizados por los niños en un piso interactivo, nos permitió definir el tipo de movimientos apropiados para incorporar en el juego y que pueden apoyar en el desarrollo de habilidades motoras básicas en una clase de educación física.

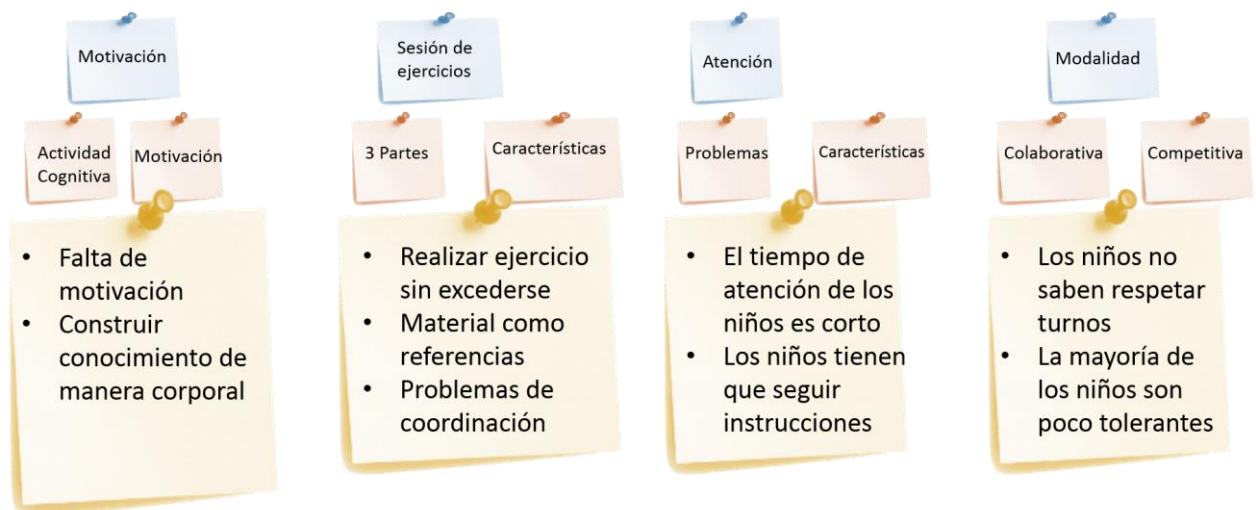
Como resultado de nuestro análisis de las prácticas estudiadas, se establecieron las consideraciones de diseño, habilidades motoras, entre otros resultados que se presentan a detalle enseguida.

#### 3.3.1 Temas emergentes

Como resultado del análisis de las entrevistas y notas de campo se obtuvo un diagrama de afinidad, donde se detectaron cuatro temas emergentes (ver Figura 9):

- **Motivación:** Engloba los problemas y estrategias que siguen los maestros para mantener motivados a los niños mientras realizan una actividad.

- **Sesión de ejercicios:** Comprende la estructura y dinámica de las sesiones de ejercicio, están formadas por una estructura específica y basada en repeticiones que les ayuda a los niños al desarrollo de sus habilidades motoras.
- **Atención:** Incluye los problemas para conseguir que los niños sigan instrucciones y las estrategias en forma de incentivos para mantener la atención.
- **Modalidad:** Los maestros se enfrentan a distintas problemáticas cuando los niños trabajan en equipo, por lo que utilizan como estrategia el mantener logros compartidos y evitar conflictos.



**Figura 9.** Resultado del diagrama de afinidad

### 3.3.1.1 Escenario de una sesión de ejercicio

Para ejemplificar los aspectos mencionados en los temas emergentes, se presenta un escenario de una sesión de ejercicio.

La maestra Isabela, inicia una sesión de ejercicio fuera del salón de clases con los niños del grupo de tercero. Isabela inicia con ejercicios de calentamiento, para ello, primero les muestra los movimientos que deben realizar, durante esta fase. Los niños mueven las articulaciones, realizan ejercicios de estiramiento y saltos.

Cuando termina la etapa de calentamiento, la maestra Isabela inicia con la etapa de ejercicios de coordinación, para ello, realiza un circuito de ejercicios. El circuito de ejercicio está formado por cuatro actividades: brincar por los aros grandes, brincar por los aros pequeños, caminar en zigzag, caminar sobre sillas.

La primera actividad consiste en brincar dentro los cinco aros grandes. Los niños se pelean por ser el que hará la actividad primero. La maestra interviene y los acomoda por estatura. La maestra realiza la actividad y posteriormente uno a uno los niños la imitan. Martín, el último de los niños, tiene problemas al brincar con los pies juntos, por lo que la maestra Isabela lo motiva pidiéndole a sus compañeros que le digan lo bien que lo hace.

Uno a uno los niños van realizando todas las actividades. Cuando finalizan, la maestra los acomoda en una fila y realizan ejercicios de respiración. A Martín y a Adrián, no les gusta ese ejercicio, por lo que comienzan a brincar. La maestra entonces les dice: “Vamos a imaginar que tenemos un pastel, entonces tenemos que soplar muy fuerte para apagar las velas”. Los niños se motivan, dejan de brincar y comienzan a inhalar y exhalar aire para apagar las velas.

Con esto, termina la sesión de ejercicio y los niños regresan al salón de clases.

El escenario muestra por una parte los problemas de atención, colaboración, coordinación y motivación que tienen algunos de los niños. Por otro lado, se muestra como la maestra lleva a cabo una sesión de ejercicios de manera estructurada.

### **3.3.2 Consideraciones de diseño**

Se proponen cuatro consideraciones de diseño para el desarrollo de videojuegos que fomenten ejercicio y colaboración para niños de preescolar. Estas consideraciones surgieron del análisis de los temas emergentes. A continuación se describen a más detalle.

#### **3.3.2.1 Proporcionar una historia de fondo en el juego**

Los resultados del estudio contextual indican que los niños tienen que permanecer motivados mientras realizan una actividad, por lo que una estrategia que utilizan los especialistas es plantearles analogías para que realicen una actividad en forma de juego, es decir, para que entiendan y realicen de manera más divertida y fácil la actividad.

*“... ¡Vamos a salir saltando!, ¡Saltamos un charco!, ¡Saltamos!, ¡y viene una rama, nos agachamos!, ¡viene un charco, volvemos a saltar!, ¡vienen dos charcos! ...”* (EFF, Entrenador de fútbol).

Tomando en cuenta este tipo de estrategia, se estableció que un videojuego basado en movimiento, deberá tener una historia de fondo para mantener la atención de los niños por más tiempo. Se identificó también, que tener una historia ayuda a los niños a aprender, los especialistas utilizan frecuentemente cuentos para enfocar a los niños en las actividades y generar aprendizaje y entretenimiento.

### 3.3.2.2 Proporcionar una sesión de ejercicios adecuada

Una estructura para realizar una sesión de ejercicio para niños de preescolar recomendada tanto por los maestros y por la literatura (Comision Nacional de Cultura Física y Deporte, 2012; Consejo Nacional de Fomento Educativo, 2010; Gallahue y Cleland-Donnelly, 2007), es siguiendo las etapas tres etapas de una clase típica de educación física:

- **Calentamiento:** Es la parte inicial de una sesión de ejercicio, donde se prepara al niño para iniciar la actividad física mediante ejercicios de estiramiento, movimiento de articulaciones y cardiovasculares. El calentamiento debe durar 20% del tiempo total de la sesión de ejercicio.
- **Desarrollo:** En esta etapa se realiza el ejercicio físico de acuerdo con el elemento de psicomotricidad que se vaya a trabajar en la sesión (*i.e.*, coordinación, equilibrio, esquema corporal). El ejercicio físico debe ser planeado, estructurado, y repetitivo. El desarrollo de la actividad debe durar, aproximadamente, 60% del tiempo total de la sesión de ejercicio físico con el objetivo de mejorar y mantener la condición física.
- **Relajación:** Es la parte final del entrenamiento, con el objetivo de pasar del estado de activación a reposo mediante el relajamiento y ejercicios de respiración. El cierre de la actividad debe durar 20% de la sesión.

Por ejemplo, la maestra de gimnasia sigue estas tres etapas durante una sesión de entrenamiento:

*“Tal vez pero estamos hablando de que tiene su momento de inicio, introducción y calentamiento, después hablamos de una parte más medular, es la*

*parte central de una actividad y al final lo que es la relajación” (EFG. Maestra de gimnasia)*

También se encontró que los maestros utilizan diferentes artefactos colocados en el piso (e.g., aros, conos, sillas) que sirven como referencia para realizar el ejercicio correctamente.

*“[el aro] es para que [el niño] tenga una referencia, el material realmente es una referencia” (EFM. Maestra de educación física)*

Estos artefactos además de servir como referencia, sirven para el desarrollo de la psicomotricidad. En etapas tempranas, los ejercicios están orientados a mejorar el esquema corporal, equilibrio, lateralidad y coordinación. La falta de coordinación es uno de los principales problemas a los que se enfrentan los especialistas, por lo que utilizan diferentes ejercicios para mejorar la coordinación motriz de los niños.

*“Hay niños que no tienen coordinación y es importante realizar ejercicio donde puedan mejorar su coordinación...” (EAO. Maestra de educación artística)*

Un videojuego basado en movimiento cuyo objetivo sea proporcionar una sesión adecuada de ejercicio debe respetar las tres etapas de una clase de educación física: calentamiento, desarrollo y relajación. En cada etapa, el videojuego debe de contener los elementos necesarios que le sirvan al niño como referencia para que realicen el ejercicio correctamente y se encuentren ligados con un objetivo motriz asociado a la coordinación.

### **3.3.2.3 Recomendaciones para antes y después de realizar un ejercicio**

Otro problema al que se enfrentan los especialistas es el seguimiento de las instrucciones, por lo que recomiendan que las instrucciones sean sencillas y en forma de imitación.

*“El niño tiene que ver el ejercicio que va a hacer antes de que lo desarrolle” (EFG. Maestra de gimnasia).*



Al finalizar la actividad, una estrategia que utilizan los especialistas, es decirles palabras de motivación y felicitaciones por las actividades realizadas.

*“les gusta que les diga muy bien, muy bien, y aplaudes...”* (EPI. Maestra de preescolar)

Por lo que para un videojuego basado en movimiento para niños de preescolar, es recomendable presentar un tutorial que muestre a los niños como realizar el ejercicio, y una vez finalizado, se sugiere darle un incentivo que lo motive a continuar en la siguiente actividad.

#### **3.3.2.4 Proporcionar logros compartidos**

Los niños deben aprender a aceptar a sus compañeros y trabajar en equipo con ellos, sin embargo los especialistas se enfrentan a problemas de que los niños no saben respetar los turnos o son intolerantes, por lo que una estrategia que emplean es mantener logros compartidos.

*“Cuando mete un gol un compañero, todos van, todos tienen que abrazarlo, es un gol compartido”* (EFM. Maestro de educación física)

Es importante que un videojuego basado en movimiento proporcione la oportunidad a los niños de colaborar mediante el uso de logros compartidos.

#### **3.3.3 Movimientos y ejercicios motrices gruesos**

Como complemento a las consideraciones de diseño, y resultado del análisis de la observación de los niños jugando con piso interactivo, se obtuvo un total de 84 eventos etiquetados de los videos, de los cuales 31 pertenecen a caminar, 27 brincar, 19 pisar, 7 correr y 7 agacharse. Se realizó una revisión en la literatura y de acuerdo con la clasificación de Zapata (1997), este tipo de movimientos corresponden a ejercicios de coordinación óculo-pedal.

La coordinación óculo-pedal, se refiere a realizar movimientos con el pie ejecutados por el control de la visión, por ejemplo: saltar la cuerda, salto con obstáculos, caminar sobre ciertas superficies, caminar sobre una línea, caminar en zigzag, esquivar obstáculos, entre otros. La mayoría de este tipo de ejercicios se realiza en el piso, utilizando artefactos de referencias para que los niños puedan fortalecer sus destrezas, por lo que el modelo de interacción se estableció con base en este tipo de movimientos.

### 3.3.4 Prototipos

Tomando en cuenta las consideraciones de diseño y complementando nuestro entendimiento con la literatura (Consejo Nacional de Fomento Educativo, 2010; Heimsatz et al., 2013; Montañez, Martínez, Álvarez, y Jiménez, 2013; Monterrey Heimsatz et al., 2010; Secretaría de Educación Pública, 2010; Secretaría de Educación Pública, 2010; Zapata, 1997), se identificaron un conjunto de escenarios que muestran como el piso interactivo puede apoyar durante las sesiones de ejercicios. Estos escenarios toman en cuenta también situaciones observadas y reflejadas durante el estudio contextual.

De un total de 30 ejercicios analizados (identificados en el estudio contextual y en la literatura), 5 son ejercicios donde los jugadores deben colocar distintas partes del cuerpo en alguna figura o color específico (e.g., juego de nombre *twister*<sup>18</sup>); 5 pertenecen a sesiones de ejercicios con el objetivo de transportar objetos con diferentes partes del cuerpo (e.g., poner un objeto sobre la cabeza y transportarlo de un punto A, a uno B); 13 se refieren a circuitos de ejercicios, es decir, juegos que se realizan por etapas, donde se van siguiendo una serie de indicaciones que conducen a la meta, cada una de estas etapas consiste en poner algunos obstáculos en el camino del niño para que ejercite su coordinación; 7 no pertenecían a ninguna de las categorías antes mencionadas.

Con base en estos resultados, se decidió acotar el diseño del prototipo para diseñar un circuito de ejercicios que fortalezca la coordinación óculo-pedal, y se diseñaron un conjunto de escenarios que juntos complementan una sesión de ejercicio.

En la Figura 10 y Figura 11, se muestran los dos prototipos que se implementaron en Adobe Flash Professional CS6, inspirados en un circuito de ejercicios. Los escenarios

---

<sup>18</sup> [http://www.hasbro.com/twister/es\\_MX/](http://www.hasbro.com/twister/es_MX/)

tienen una temática de naturaleza (ver Figura 10), y el espacio (ver Figura 11,), los cuales consisten en:

- Un escenario de calentamiento: los niños deben brincar sobre los insectos/naves, abriendo y cerrando los pies para abrir una puerta/caja fuerte y pasar al siguiente nivel.
- Siete escenarios de desarrollo (coordinación óculo-pedal): los niños tienen que (1) caminar por los troncos; (2) evitar pisar las piedras que aparecen de manera aleatoria en el piso; (3) brincar sobre las hojas/satélites; (4) caminar alrededor del piso por las piedras; (5) cruzar el puente; (6) que caminar en zigzag siguiendo a los bichos; (7) pisar todos los topos/asteroides.
- Un escenario de relajación: los niños tienen que caminar lentamente por el laberinto.

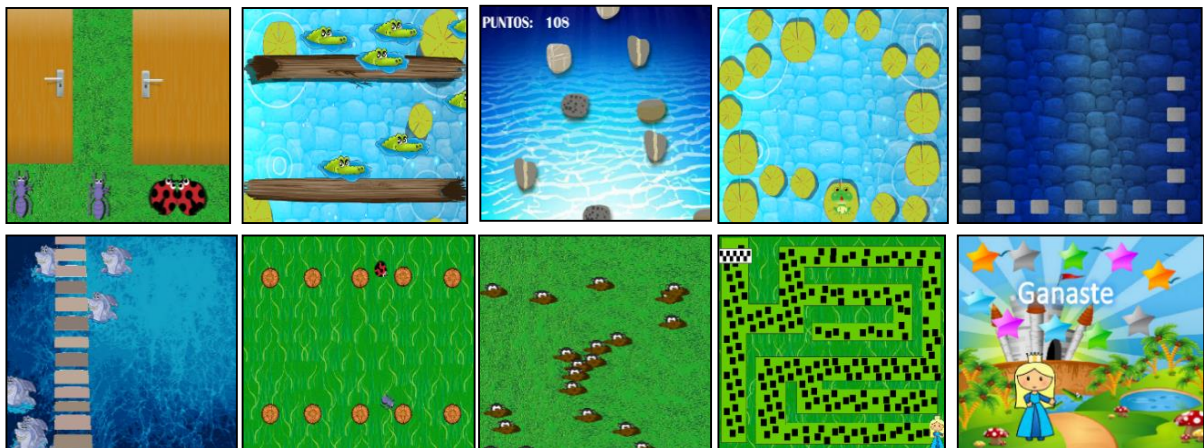


Figura 10. Prototipo 1: Naturaleza

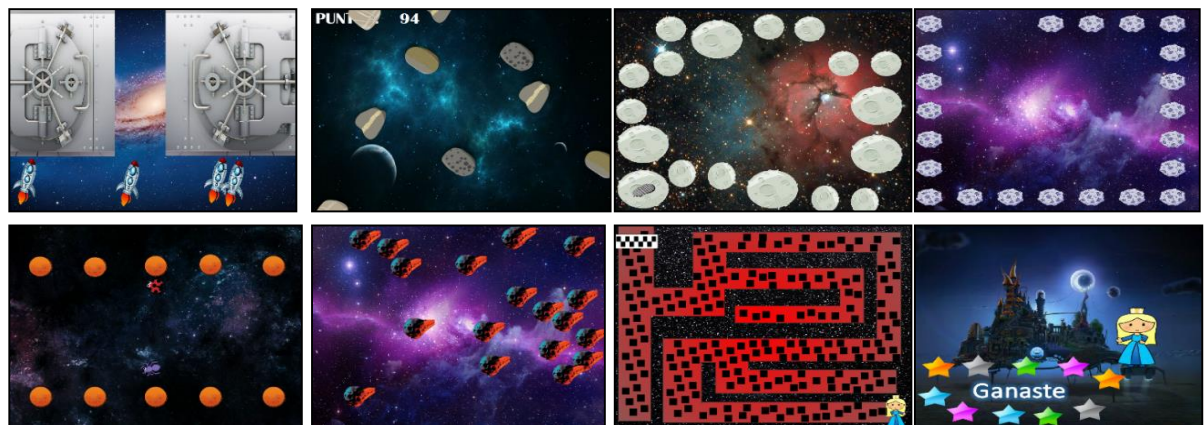


Figura 11. Prototipo 2: Espacio

### **3.4 Resumen y conclusiones**

En este capítulo se muestran los resultados del estudio contextual realizado en dos jardines de niños de la ciudad de Ensenada B.C., con el objetivo de entender los problemas a los que se enfrentan los expertos y las estrategias utilizadas para solucionar estos problemas, así como el modelo de interacción que utilizan los niños en un piso interactivo. En la primera parte presentamos los métodos utilizados para la colección de datos, posteriormente se describe el proceso de análisis de datos y por último los resultados obtenidos.

En esta sección se encontró que un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo debe proporcionar una historia de fondo para mantener la atención de los niños, además de proporcionar una sesión adecuada de juego compuesta por: calentamiento, desarrollo y relajación. Durante las sesiones de ejercicio los niños deben observar la actividad que van a realizar y posteriormente recibir incentivos, como pueden ser palabras o frases de reconocimiento que les sirvan de motivación. Además se identificó que el modelo de interacción está formado por los movimientos de los ejercicios básicos para coordinación óculo-pedal como brincar o caminar en línea recta.

Por último se presentan dos prototipos, como resultado del diseño basado en escenarios donde se ejemplifica el uso apropiado de las consideraciones de diseño y el modelo de interacción que se encontraron durante el estudio contextual.

## Capítulo 4. Diseño e implementación

En este capítulo se describe el diseño e implementación de un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo con el objetivo de brindar los elementos necesarios para que los niños realicen ejercicio, colaboren y desarrollen habilidades motoras. Con base en los resultados obtenidos en la sección anterior, se diseñó e implementó el videojuego.

El diseño del juego se realizó en dos fases. (1) Obtener un prototipo de baja fidelidad mediante sesiones de diseño participativas. (2) Diseñar e implementar un prototipo de alta fidelidad mediante una metodología iterativa e incremental.

En la siguiente sección, se explican los métodos utilizados en el diseño del prototipo de baja fidelidad, la descripción a detalle del prototipo y posteriormente su implementación.

### 4.1 Sesiones de diseño

Siguiendo una metodología de diseño centrada en el usuario, se realizaron 2 sesiones de diseño participativo<sup>19</sup> y una sesión de diseño. En las sesiones de diseño participaron diferentes miembros de un equipo multidisciplinario formado por: niños (n=7), maestras de preescolar (n=2), expertos en interacción humano computadora (HCI por sus siglas en inglés de *Human Computer Interaction*) (n=3), y diseñadores integrales y de multimedia (n=1) (ver Tabla 5).

**Tabla 5.** Características de las sesiones de diseño

Sesión de diseño	Objetivo	Participantes	Lugar	Duración
<b>Usando la superficie interactiva</b>	Probar aspectos de diseño a través de prototipos	7 niños 2 expertos en HCI	Casa Particular	01:21:35
<b>Diseñando el videojuego</b>	Diseñar el juego	2 expertos en HCI 1 Diseñador	CICESE	1:43:23
<b>Validando el diseño</b>	Evaluar el diseño preliminar	3 expertos en HCI 2 maestras de preescolar	Estancia infantil CICESE	01:50:20

A continuación se describen cada una de las sesiones de diseño.

<sup>19</sup> **Sesión de diseño participativa:** usuarios finales participaron activamente en el diseño.

#### 4.1.1 Sesión de diseño participativa: usando la superficie interactiva

La sesión de diseño participativo (tiempo total = 1:21:35 hrs.), estuvo formada por 7 niños (promedio de edad= 6.3 años) y 2 investigadores en HCI. El objetivo de la sesión fue determinar los mecanismos de colaboración (*i.e.*, la manera en cómo se organizan los niños al jugar) y la experiencia del juego (*i.e.*, los sentimientos y experiencias de los niños mientras utilizan el videojuego). La sesión de diseño participativa involucró a los usuarios finales para obtener una retroalimentación temprana sobre el uso del juego, colaboración, incentivos, historia y aprendizaje, y validar nuestras implicaciones de diseño que se encontraron durante el estudio contextual.

La sesión de diseño participativo está basada en el protocolo de Landry, *et. al.* (2012), el cual consiste en 4 etapas. Debido a que la sesión de diseño está planteada para niños entre 10 y 12 años, se realizaron modificaciones en las primeras dos etapas para que los niños de 5 a 7 años pudieran participar, las etapas se describen a continuación.

En la primera etapa (1), los niños juegan en la superficie interactiva para entender cómo funciona. Primero, los niños jugaron con los escenarios del prototipo 1 que implementamos (ver Sección 3.3.4). En el prototipo 1, los niños navegan por diferentes paisajes de la naturaleza resolviendo nueve niveles que incluyen retos motrices combinando movimientos para la coordinación óculo-pedal – como caminar en una línea, brincar o pisar en un objetivo (ver Figura 12). Al finalizar cada escenario aparece una estrella como incentivo.



**Figura 12.** Niños jugando escenarios de naturaleza durante una de nuestras sesiones de diseño participativo

En la segunda etapa (2), los niños participaron en un grupo focal<sup>20</sup> para entender la experiencia del juego, su percepción de jugar en equipo y el uso de la superficie interactiva.

Para un mejor entendimiento por parte de los niños acerca de los movimientos que pueden realizar en la superficie interactiva, y modificaciones que pueden realizar en el videojuego, se repitieron las etapas 1 y 2.

En la etapa 1, los niños jugaron con los escenarios del prototipo 2 (ver Sección 3.3.4). El prototipo 2 consiste de siete niveles donde los niños navegan por el espacio realizando movimientos de coordinación óculo-pedal (ver Figura 13). Al finalizar cada escenario aparece una estrella como incentivo. En la etapa 2 se realizó un diálogo sobre los videojuegos que habían utilizado, que otros paisajes les gustaría ver, que les había gustado y desagradado del juego.



**Figura 13.** Niños jugando escenario del espacio

En la tercera etapa (3), los niños se agruparon en equipos de 3 individuos para dibujar objetos o escenarios apropiados en el juego utilizando una lámina grande para dibujo. Cada equipo dibujó el escenario de un videojuego, que desde su perspectiva se pudiera jugar en un piso interactivo, que involucrara los movimientos que habían realizado mientras jugaban, y que se pudiera jugar de manera colectiva. Como resultado se obtuvieron los cuatro escenarios (ver Figura 14).

El primer escenario consiste en un conjunto de sumas con dos posibles respuestas cada una, donde los niños deben pisar la respuesta correcta. El segundo escenario es sobre un valle encantado, donde dos princesas deben caminar por el arcoíris para rescatar a otra princesa. El tercer escenario trata de unos exploradores que tienen que

---

<sup>20</sup> **Grupo focal:** metodología que involucra una serie de entrevista guiadas por un moderador a un grupo de usuarios (Lunt & Livingstone, 1996).

pisar globos con agua. El cuarto y último escenario consiste un tapete de baile, es decir, en el piso aparecen objetos que los niños tienen que presionar siguiendo una canción.



**Figura 14.** Escenarios propuestos por los niños

Finalmente, en la última y cuarta etapa (4), los investigadores escanearon los juegos y los proyectaron en la superficie interactiva simulando como los niños pudieran jugar con la superficie una vez implementado el juego. Cada equipo explicó cómo se jugaría, los movimientos que realizarían, de que se trataba la historia del juego. Al final se invitó a los niños a jugar con las proyecciones.

Todas las etapas fueron video grabadas y se analizaron utilizando técnicas de diseño contextual rápido (Beyer y Holtzblatt, 1999), es decir, las entrevistas de los grupos focales y los videos se transcribieron y las citas obtenidas fueron agrupadas de acuerdo a temas recurrentes.

Los resultados del análisis fueron los siguientes:

- Los videojuegos que más gustaron a los niños fueron los escenarios de seguir líneas (cruzar puente y cruzar troncos) y pisar objetos (pisar topes).
- Los mecanismos de colaboración que utilizan los niños son: hacer dos filas para que pasen de dos en dos, jugar todos juntos, y realizar actividades al mismo tiempo.
- Les gusta obtener incentivos de manera sencilla.
- Los temas que más les gustan son de espías, barcos, aventuras.

Tomando en cuenta estos resultados, se concluyó que una historia de aventuras, un modelo de interacción basado en seguir líneas y pisar/brincar en objetivos, y mecanismos de colaboración<sup>21</sup> por turnos, división de tareas y realizar actividades al

<sup>21</sup> **Mecanismo de colaboración:** por cuestiones prácticas, llamamos mecanismo de colaboración a las diferentes maneras de organizarse que utilizan niños mientras juegan en un piso interactivo.



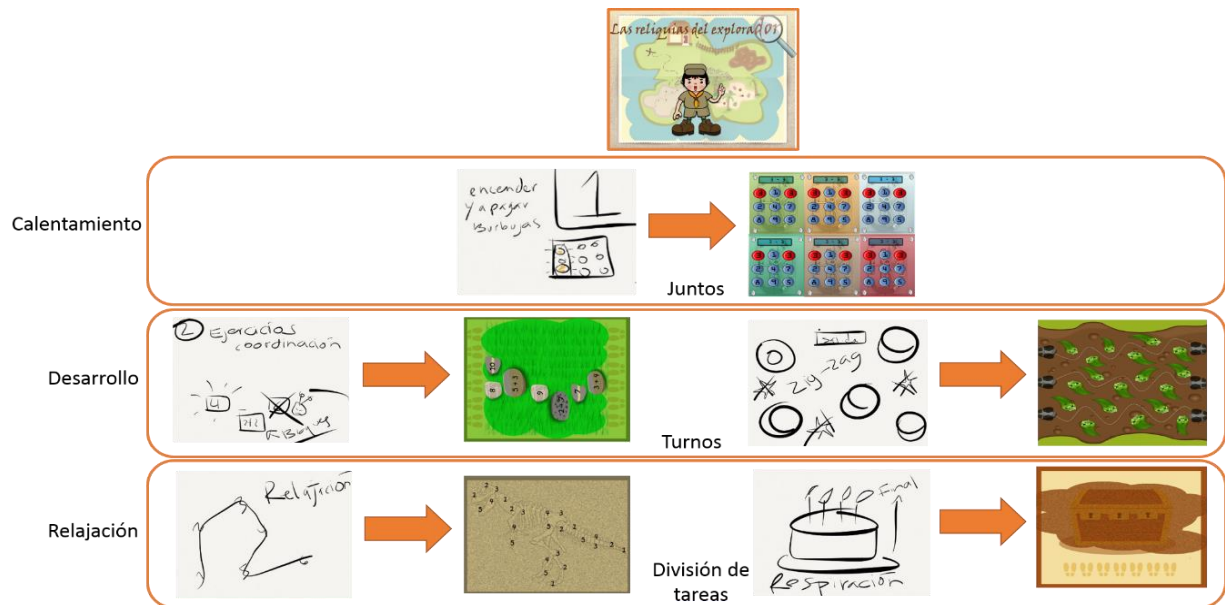
mismo tiempo son apropiados para el diseño de un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo.

#### 4.1.2 Sesión de diseño: diseñando el videojuego

En esta sesión de diseño (tiempo total = 1:43:23 hrs.), participaron una diseñadora gráfica y 2 expertos en HCI, con el objetivo de estructurar un escenario concreto con los ejercicios y la historia para motivar la actividad física y de colaboración.

Primeramente se analizaron los resultados que se obtuvieron de la sesión de diseño participativo, donde los niños utilizaron los prototipos. En segundo lugar, se propusieron varios escenarios y posibles historias de aventura para el juego y finalmente se planteó un escenario final.

Se utilizó la técnica de guion de visualización (*storyboard*)<sup>22</sup> para realizar bosquejos digitales del videojuego. Se propusieron distintos escenarios correspondientes a ejercicios de calentamiento, coordinación y relajación, donde cada uno tuviera algún mecanismo de colaboración utilizado por los niños. Finalmente, como resultado del guion de visualización, se diseñó la primera versión de las interfaces del videojuego (ver Figura 15).



**Figura 15.** De bosquejos digitales a interfaces gráficas del videojuego

<sup>22</sup> **Guion de visualización:** conjunto de ilustraciones para conceptualizar una imagen general de la funcionalidad del producto (Holtzblatt, Wendell, & Wood, 2004).

### **4.1.3 Sesión de diseño participativa: validando el diseño**

Una vez que se concretó la primer versión de diseño del prototipo de baja fidelidad, se realizó una sesión de diseño participativa (tiempo total =1:50:00 hrs.) con dos maestros de preescolar, y tres investigadores en HCI. La sesión se desarrolló en un salón de clases de la estancia infantil CICESE, con el objetivo de validar las interfaces gráficas del videojuego previo a su implementación.

El objetivo de la sesión fue mostrarles a las maestras el piso interactivo, explicar el modelo de interacción y los ejercicios de coordinación que los niños pueden practicar utilizando el videojuego. Se les mostró a las maestras los videos de la primera sesión de diseño (ver Sección 4.1.1) para que visualizaran el uso de videojuegos en pisos interactivos. Finalmente las interfaces gráficas del videojuego se proyectaron en el piso interactivo y se discutió acerca de la manera en como los niños las podían utilizar y los cambios para mejorarlas.

En esta sesión de diseño participativa solamente se tomaron notas de campo, cuyos resultados fueron:

- Agregar una interfaz de configuración que le de flexibilidad al maestro de adaptar el videojuego de acuerdo a la necesidad de los jugadores.
- Agregar un personaje al juego para mostrarles a los niños como colaborar.
- Cambiar el escenario de relajación para que la actividad sea más tranquilizante e.g., colorear.

De acuerdo con los resultados de las tres sesiones de diseño, en la siguiente sección se muestra el diseño final del videojuego.

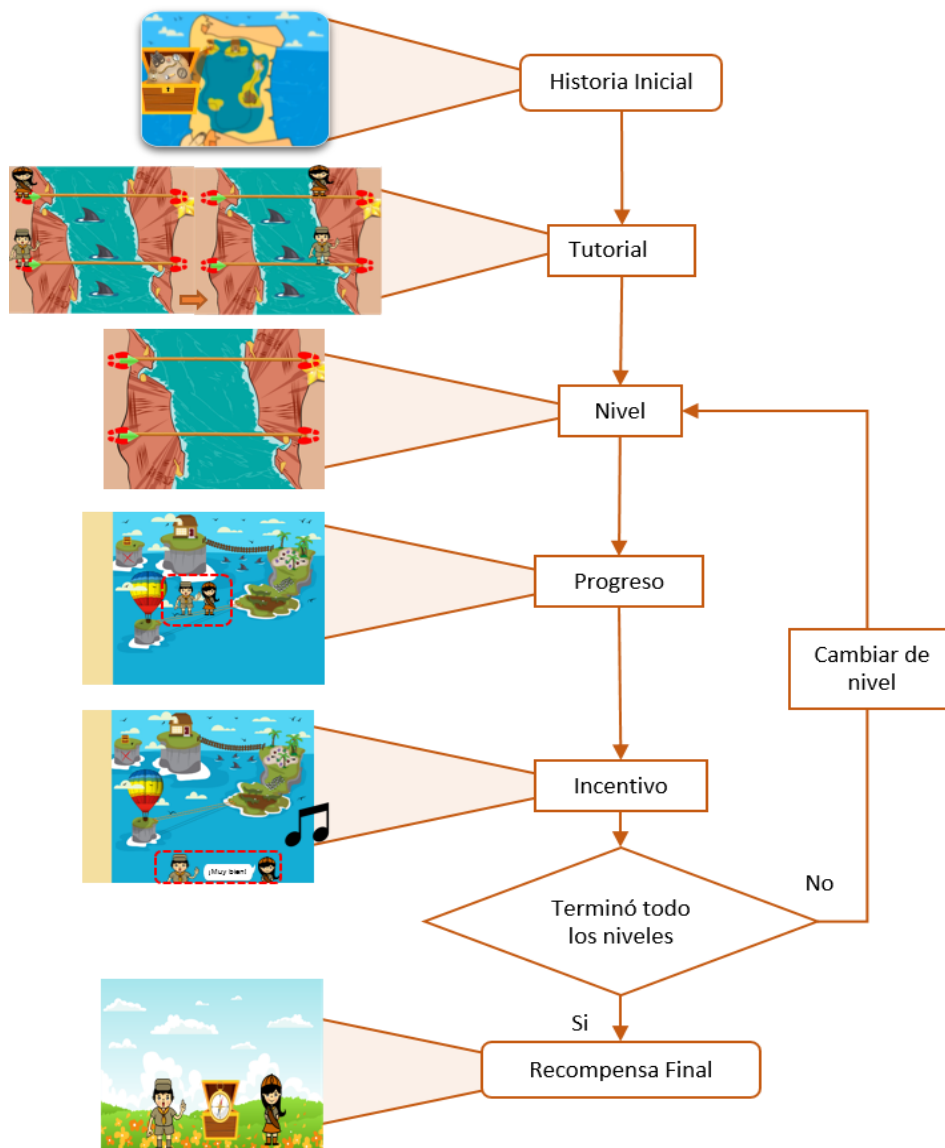
## **4.2 Diseño del videojuego.**

Como resultado del estudio contextual, y las sesiones de diseño se diseñó el videojuego “Las Reliquias del explorador”, el cual tiene las siguientes características:

- Tiene una historia de fondo
- Apoya en una sesión de ejercicio para la coordinación óculo-pedal
- Provee mecanismos de colaboración
- Cuenta con una interfaz de configuración

### 4.2.1 Dinámica del videojuego

Para introducir a los niños en las dinámicas del videojuego, primero se presenta un pequeño video que contiene la historia. Posteriormente, para cada nivel se muestra un tutorial, donde los personajes del videojuego ejemplifican el ejercicio a realizar y el mecanismo de colaboración. Cuando finalizan el ejercicio los niños pueden observar su progreso en el mapa, así como obtener un pequeño incentivo (e.g., aplausos, mensajes). Al finalizar todos los niveles, se muestra la historia final, donde obtendrán la reliquia, caso contrario deberán continuar con el siguiente nivel (ver Figura 16).



**Figura 16.** Diagrama de flujo de la dinámica del juego

## 4.2.2 Historia

La historia del juego es de aventura y consiste en que los niños practiquen diferentes ejercicios de coordinación para ayudar a dos exploradores a encontrar las reliquias perdidas de su padre. Las reliquias se encuentran ocultas en un cofre del tesoro (ver Figura 17), para obtenerlas, los exploradores deben pasar por cuatro islas: La casa de los exploradores, La Isla de Aventuras, La Isla de Colores y La Isla del Tesoro (ver Figura 18).



**Figura 17.** Descripción gráfica de la historia de “Las Reliquias del Explorador”.

En la primera isla se encuentra la casa de los exploradores, donde tienen que abrir la caja fuerte para encontrar el mapa que los guiará en su aventura. Una vez que logran abrirla, aparece el mapa donde vienen todos los lugares a donde tienen que ir para llegar al tesoro que contiene la reliquia.

Para ir de la casa de los exploradores a la Isla de Aventuras, los exploradores tienen que pasar por el puente movedizo. Cuando llegan a la Isla de las Aventuras se dan cuenta que está compuesta por tres secciones: La Tierra de los Bichos, Las Piedras Matemáticas y El Pantano de los Cocodrilos. Una vez que logran cruzar la isla, tienen que llegar a la Isla de Colores, para poder llegar a ella los exploradores tienen que cruzar por las cuerdas flojas.

En la Isla de Colores, se encuentra un globo aerostático, el cual los exploradores deben de volar para poder llegar a La Isla del Tesoro, lugar donde se encuentran el tesoro con las reliquias. Cuando llegan al tesoro se abre un cofre en donde los exploradores recuperan la reliquia.

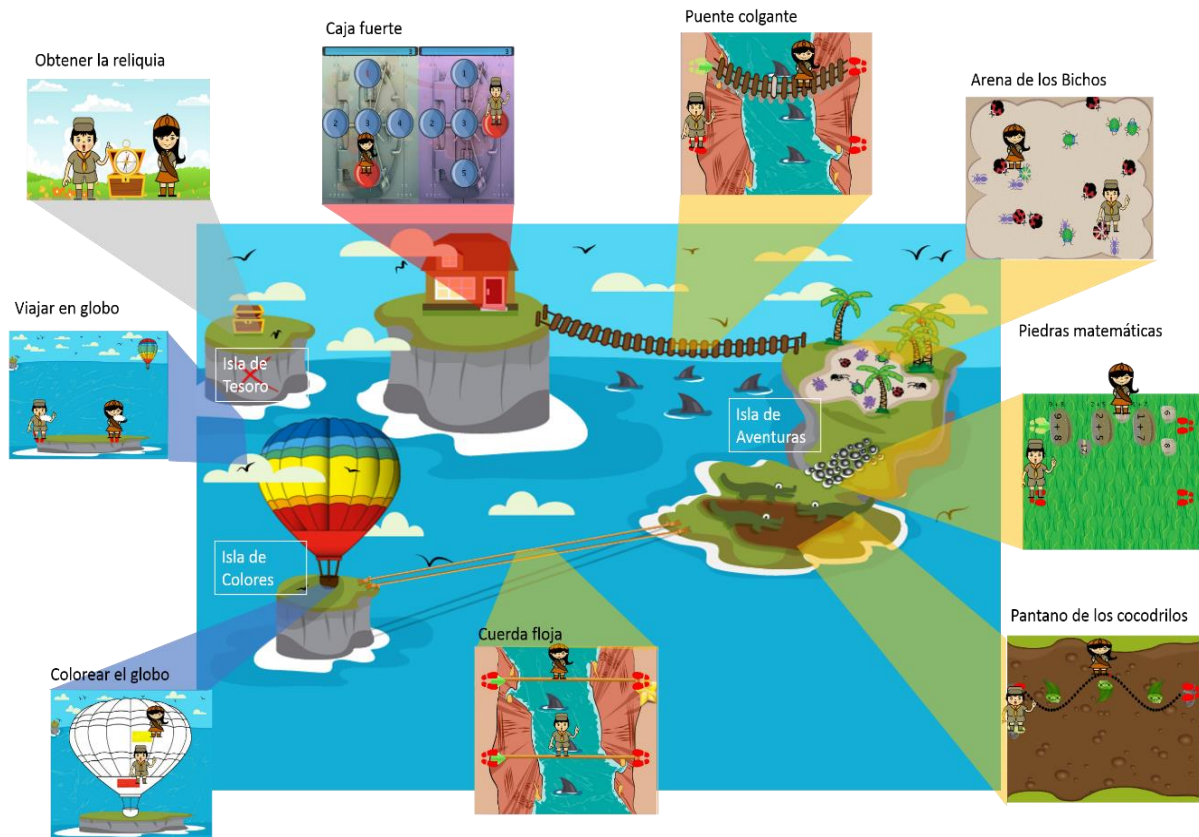


Figura 18. Mapa y niveles del videojuego “Las Reliquias del Explorador”.

#### 4.2.3 Sesión de ejercicio

El videojuego “Las Reliquias del Explorador” está formada por siete niveles imitando las tres etapas básicas de una sesión de educación física tradicional, incluyendo, el calentamiento, desarrollo del ejercicio, y relajación (ver Sección 3.3.2.2).

El primer nivel funciona como etapa de calentamiento, en donde los jugadores deberán pisar los números correspondientes al código de la caja fuerte para obtener el mapa.

En los siguientes cinco niveles los jugadores practican ejercicios básicos de coordinación óculo-pedal incluyendo aquéllos seleccionados por los niños como el mejor modelo de interacción con un piso interactivo. Los niveles consisten en: seguir una línea para cruzar el puente movedizo, pisar o brincar sobre un objetivo, en este caso los bichos, resolver problemas de matemáticas pisando en la piedra correcta, simulando el juego del

bebeleche o rayuela<sup>23</sup>, caminar en zigzag para evadir los cocodrilos y caminar en línea recta por las cuerdas movedizas.

Los últimos dos niveles pertenecen a la etapa de relajación, los niños primero deberán caminar lentamente para colorear el globo aerostático y una vez pintado, deberán soplar para que el globo llegue a la Isla del tesoro, completando así todas las etapas de una sesión de ejercicio físico para niños de preescolar. En la Tabla 6 se muestra la descripción de cada uno de los niveles del juego.

**Tabla 6.** Estructura general del juego incluyendo la etapa de ejercicio, el mecanismo de colaboración y los ejercicios básicos de coordinación realizados para cada nivel del juego.

Nivel	Etapa de ejercicio	Ejercicio realizado	Mecanismo de colaboración	Descripción
<b>Caja fuerte</b>	Calentamiento	Dar pasos, brincar	División de tareas	Pisar los botones rojos para escribir la contraseña de la caja fuerte.
<b>Puente movedizo</b>	Coordinación	Caminar en una línea	Turnos	Caminar sobre el puente.
<b>Arena de los Bichos</b>	Coordinación	Pisar/ brincar en un objetivo	División de tareas	Pisar los bichos hasta que no haya ninguno
<b>Piedras matemáticas</b>	Coordinación	Pisar/ brincar en un objetivo	Turnos	Aparece una piedra con una suma, posteriormente aparecen dos piedras con dos posibles respuestas, los niños tienen que pisar la respuesta correcta hasta terminar el recorrido.
<b>Pantano de los Cocodrilos</b>	Coordinación	Caminar en una línea, evadir objetos	Turnos	Caminar en zigzag sin pisar los cocodrilos.
<b>Cuerdas flojas</b>	Coordinación	Seguir una línea	Juntos	Caminar con un pie frente al otro
<b>Colorear el globo</b>	Relajación	Caminar	División de tareas	Caminar sobre el globo para colorearlo
<b>Viajar en globo</b>	Relajación	Respiración	Juntos	Soplar al globo (ejercicios de respiración)

#### 4.2.4 Logros compartidos utilizando mecanismos de colaboración

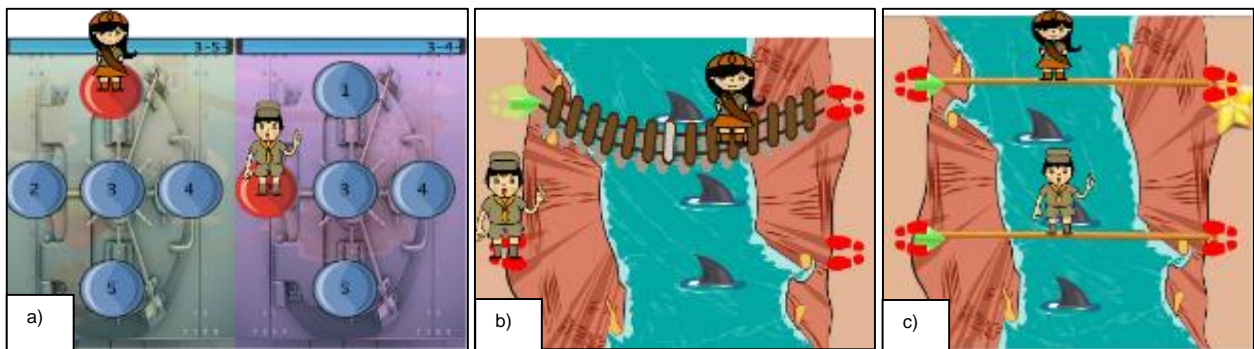
De acuerdo con los resultados del análisis de la primera sesión de diseño (ver Sección 4.1.1), los niños utilizaron los siguientes mecanismos de colaboración:

- **Turnos:** los niños se alternan uno a uno para realizar una actividad.

<sup>23</sup> Juego infantil, donde se pisan cuadros en el piso, que los niños deberán brincar, también es conocido como rayuela o avioncito

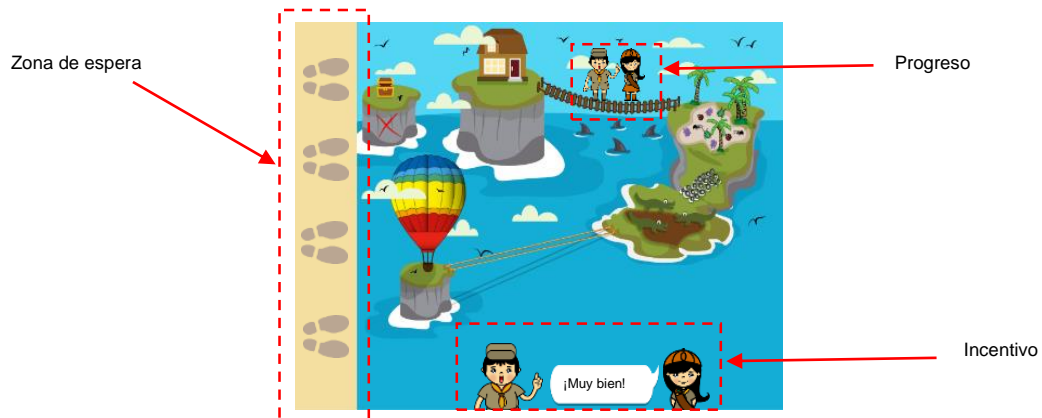
- **División de tareas:** los niños se dividen en zonas dentro del piso interactivo.
- **Juntos:** los niños se organizan para realizar la tarea al mismo tiempo.

Los niveles de caja fuerte, arena de los bichos, y colorear el globo utilizan como mecanismo la división de tareas (ver Figura 19a). El puente movedizo, las piedras matemáticas, y el pantano de cocodrilos utilizan turnos para la realización del ejercicio (ver Figura 19b). Caminar por la cuerda floja y viajar en globo (respirar) el ejercicio se ejecuta juntos (ver Figura 19c).



**Figura 19.** Mecanismos de colaboración. a) División de tareas, b) Turnos, c) Juntos

Para ayudar a los niños a entender su rol de colaboración mientras realizan una actividad se diseñaron zonas de espera que apoyan el manejo de turnos. También las zonas de espera sirven para que los niños observen su progreso (ver Figura 20). El progreso lo muestran los personajes del videojuego caminando por el nivel que se haya jugado.



**Figura 20.** Mapa del juego con la zona de espera

### 4.2.5 Interfaz de configuración

Como resultado de la sesión de diseño realizada con las maestras de preescolar (ver Sección 4.1.3), se diseñó una interfaz gráfica de configuración. Con la interfaz gráfica la maestra tiene la opción de realizar una sesión completa de ejercicio o practicar una actividad específica.

Si se desea realizar la sesión completa de ejercicio, primeramente se ingresa la cantidad de jugadores (1 a 4), posteriormente la duración/repeticion de cada nivel y se presiona el ícono del juego completo. Si se desea practicar un nivel o actividad específico, se ingresa la cantidad de jugadores, la duración/repeticion del nivel y se presiona el ícono de la actividad (ver Figura 21).

También se tiene una opción para calibrar el juego de acuerdo con la configuración que tenga la librería para sensar personas (ver Sección 4.3.2.3).

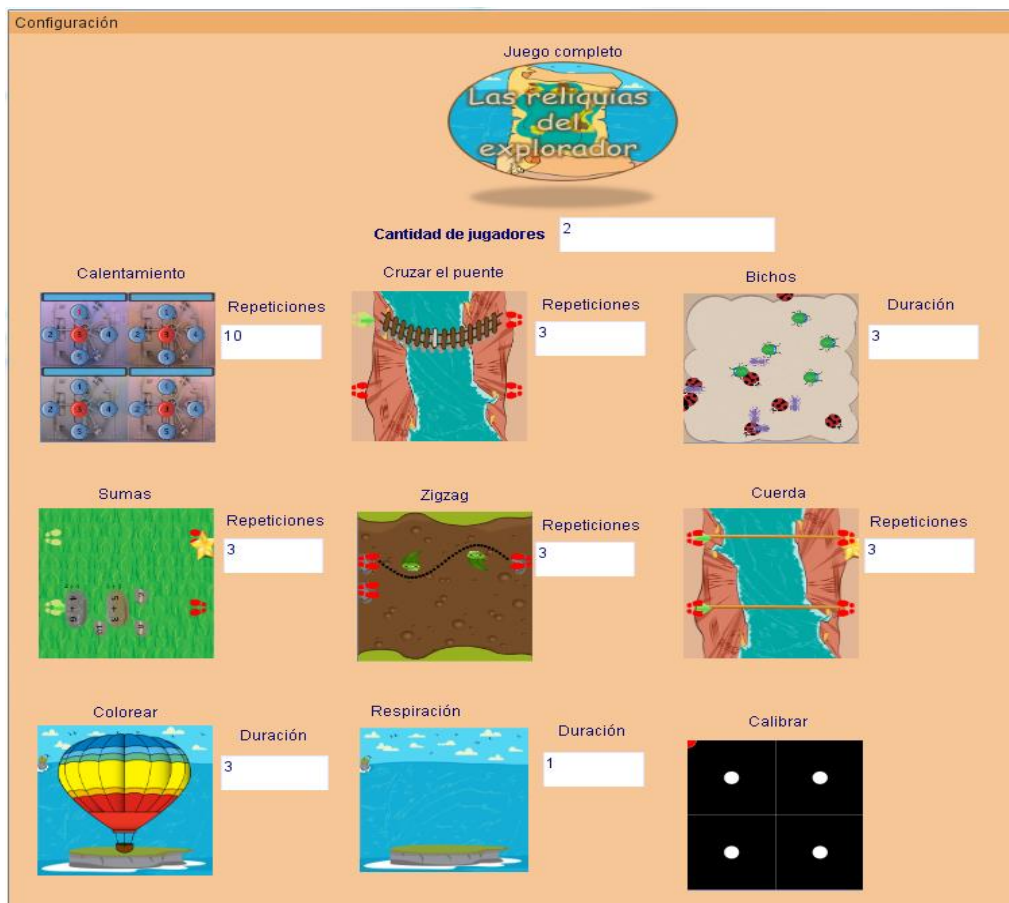


Figura 21. Interfaz de configuración



#### 4.2.6 Escenario de uso del videojuego

Para ejemplificar como se utiliza el videojuego en la práctica se presenta un escenario de uso:

La maestra Isabela configura el videojuego “Las Reliquias del Explorador” para apoyar a los niños Martín, Adrián y Michelle durante su sesión de ejercicio. La maestra introduce en la interfaz gráfica la cantidad de jugadores (3 en este caso). Posteriormente configura la sesión de ejercicio, para la etapa de calentamiento introduce treinta repeticiones, para el nivel de la caja fuerte, con el objetivo de que cada niños realice al menos treinta pasos o saltos que le sirvan como calentamiento previo a la etapa de desarrollo. En la etapa de desarrollo introduce cinco repeticiones para los niveles de puente movedizo, piedras matemáticas, pantano de cocodrilos, y cuerda floja, y 2 minutos de duración para el nivel de la Isla de los bichos. Esta configuración la eligió para que cada niño pudiera ir mejorando su coordinación mediante la repetición del ejercicio. En la etapa de relajación la maestra introduce 2 minutos para el nivel de colorear el globo y 1 minuto de ejercicios de respiración, para complementar el tiempo necesario en la etapa de relajación. Una vez que lo configura, presiona el ícono de “Las Reliquias del Explorador” en la interfaz.

El videojuego inicia mostrando la historia de aventura donde dos exploradores tienen que encontrar las reliquias perdidas de su padre. Después de la historia, el videojuego muestra un tutorial que indica la manera en que los niños deben de jugar cada nivel. El primer nivel, como actividad de calentamiento, los niños empiezan abriendo la caja fuerte donde está guardado el mapa para encontrar las reliquias. Para ello todos los niños colaboran para abrirla y cada niño brinca/pisa el código mostrado en el piso presionando los botones para abrir la caja fuerte. Una vez que la caja se abre aparece el mapa. Posteriormente, los niños se dirigen a la zona de espera, mientras los personajes de la historia les muestran su progreso y se escuchan aplausos.

Los siguientes cinco niveles corresponden a ejercicios de coordinación. El juego inicia el tutorial. Los niños se dan cuenta que el ejercicio que tienen que realizar es cruzar el puente por turnos. Martín cruza el puente, mientras que Adrián y Michelle están esperando su turno en la zona de espera. Cuando los tres niños logran pasar, los personajes del videojuego cruzan el puente para mostrar el progreso.

En el siguiente nivel, los tres niños pisan cada uno de los bichos que aparecen de manera aleatoria en el piso. Enseguida el videojuego muestra el progreso y el tutorial del nivel de las piedras numéricas. Los niños resuelven sumas, brincando en la piedra con la respuesta correcta.

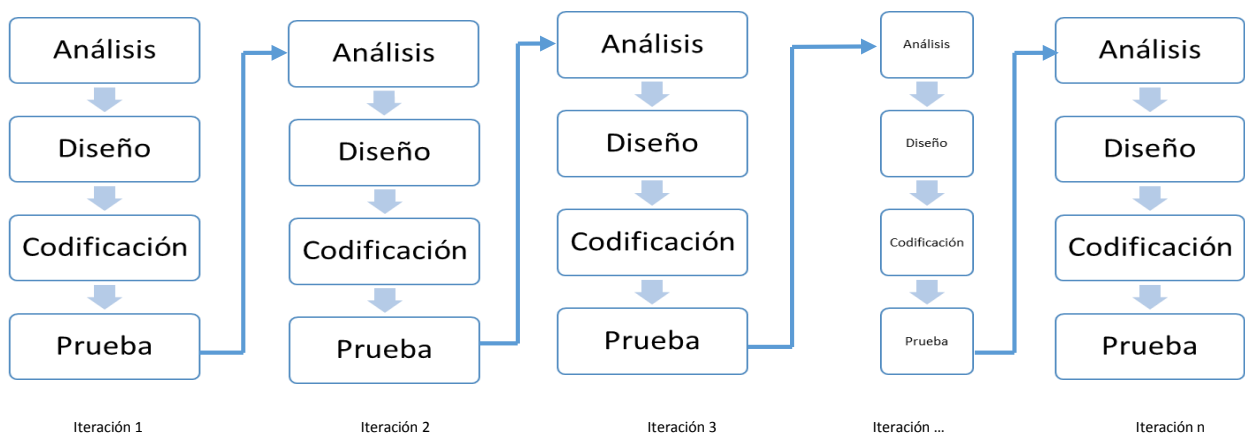
Enseguida los niños tienen que caminar en zigzag por el pantano, evitando pisar los cocodrilos por turnos. El último ejercicio de coordinación es caminar al mismo tiempo por las cuerdas.

Los últimos dos niveles corresponden a los ejercicios de relajación, los niños están un poco cansados pero se dan cuenta que el siguiente nivel es de caminar para pintar el globo aerostático que finalmente los llevará a la isla donde está la reliquia.

Los niños lentamente van coloreando el globo por donde caminan, y después de un tiempo el globo se termina de pintar. Enseguida los niños hacen ejercicios de respiración para que el globo llegue a su destino. Finalmente, el globo logra llegar a la isla y se abre el tesoro que contiene una brújula.

### 4.3 Implementación del prototipo de alta fidelidad

Para el diseño e implementación del prototipo de alta fidelidad, se siguió una metodología iterativa e incremental, es decir, el juego se dividió en pequeños bloques llamados iteraciones (Fowler, 2003) (ver Figura 22). Para cada iteración se llevaba a cabo un proceso de análisis, diseño, codificación y por último pruebas, antes de integrarlo a la iteración anterior.



**Figura 22.** Metodología para el diseño e implementación

### 4.3.1 Arquitectura del piso interactivo

La arquitectura del piso interactivo está formada por un sensor Kinect, una computadora, un proyector y un dispositivo de audio. En la siguiente sección se describe a más detalle.

#### 4.3.1.1 Infraestructura física

El piso interactivo utiliza como tecnología un sensado óptico indirecto (Visell et al., 2013), esto es un sensor que deduce la posición del usuario mediante un dispositivo de video que se coloca en una región arriba del piso.

La ubicación del usuario se infiere por el sensor Microsoft Kinect<sup>24</sup> (ver Figura 23a), mediante una captura de video de la cámara de profundidad. Este sensor se conecta a una computadora (ver Figura 23b), la cual cuenta con una aplicación que sensa a personas en lugares físicos TSPS (por sus siglas en inglés, *Tracking people in spaces*<sup>25</sup>). TSPS funciona de manera transparente para el usuario, es fácil de configurar y multiplataforma, ventajas indispensables para una aplicación.

TSPS utiliza un modelo cliente servidor, donde TSPS es el servidor que se encarga de obtener el video captado por el sensor Kinect, ejecutar algoritmos de visión por computadora y enviar los datos al cliente; los datos consisten en un conjunto de objetos "Persona", que pueden ser utilizados para determinar el número de personas en el piso, y sus características como el centroide de cada una de las personas (ver Figura 24). En nuestro caso, TSPS envía estos objetos mediante el protocolo de comunicación OSC (*Open Sound Control*) a una aplicación en Processing<sup>26</sup>.

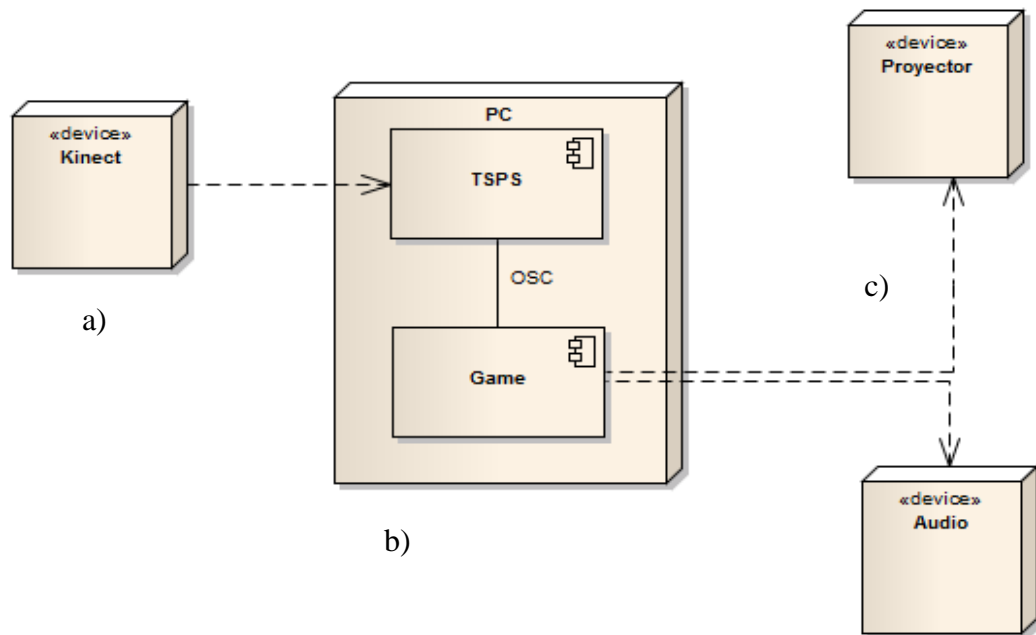
La aplicación tiene en una ventana de configuración que contiene imágenes de todos los niveles del videojuego y por otra parte una ventana donde se van a proyectar los niveles, ambos programados en Processing. Para desplegar la imagen de salida de cada uno de los niveles se utiliza un proyector. Para los efectos de sonido se utilizó un reproductor de audio.

---

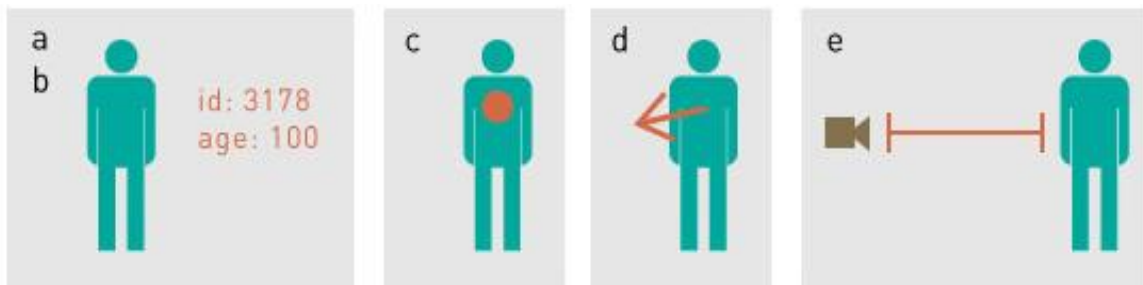
<sup>24</sup> <http://www.xbox.com/es-MX/Kinect>

<sup>25</sup> <http://opentsps.com/>

<sup>26</sup> **Processing**: es un lenguaje de programación y entorno de desarrollo basado en Java diseñado para la producción de proyectos multimedia e interactivos. [www.processing.com](http://www.processing.com).



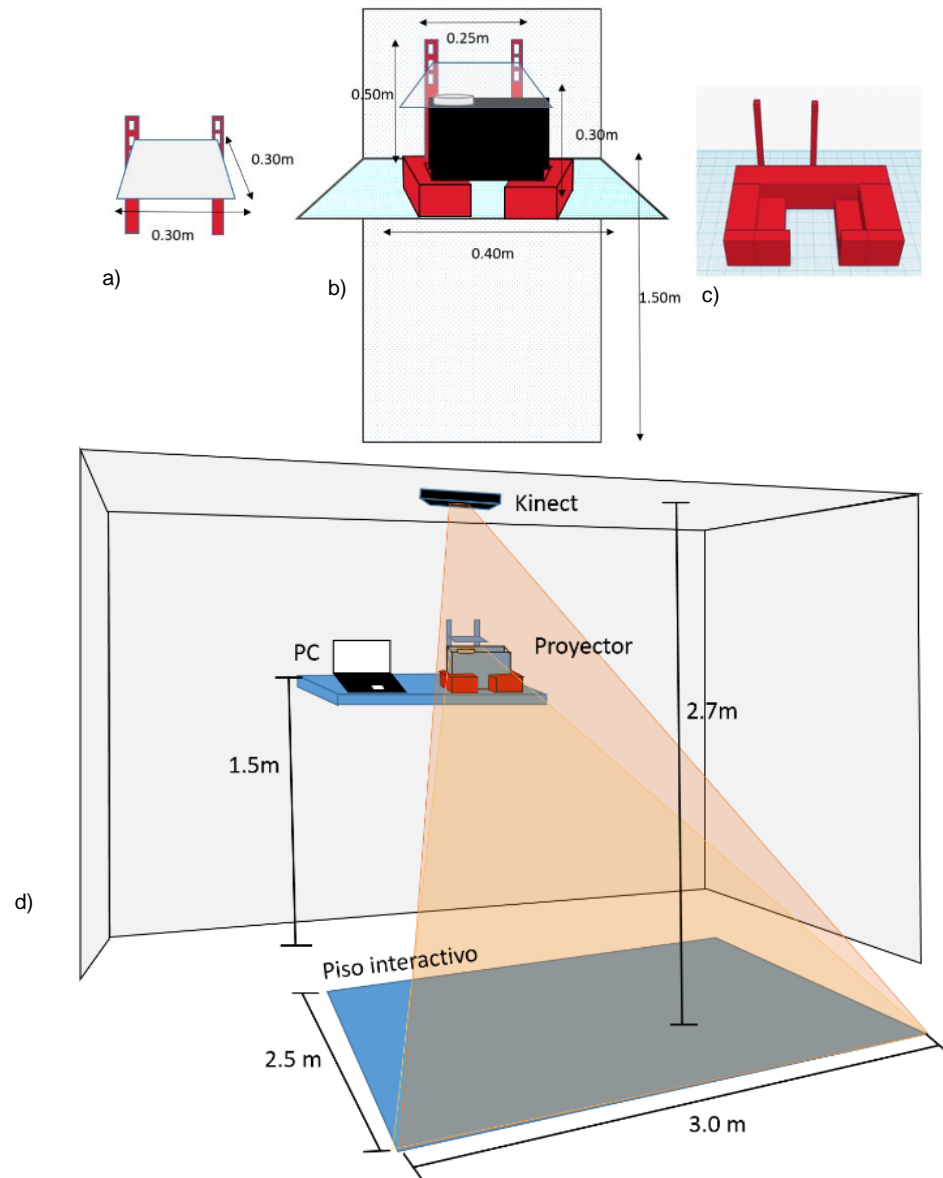
**Figura 23.** Diagrama de emplazamiento del sistema. a) Entrada del sistema con el sensor Kinect, b) Procesamiento de entrada y salida mediante una PC, con la aplicación TSPS, c) salida un proyector y un dispositivo de audio.



**Figura 24.** Información obtenida con la librería TSPS. a) identificador del usuario, b) duración, c) centroide, d) velocidad, e) profundidad.

#### 4.3.1.2 Configuración física

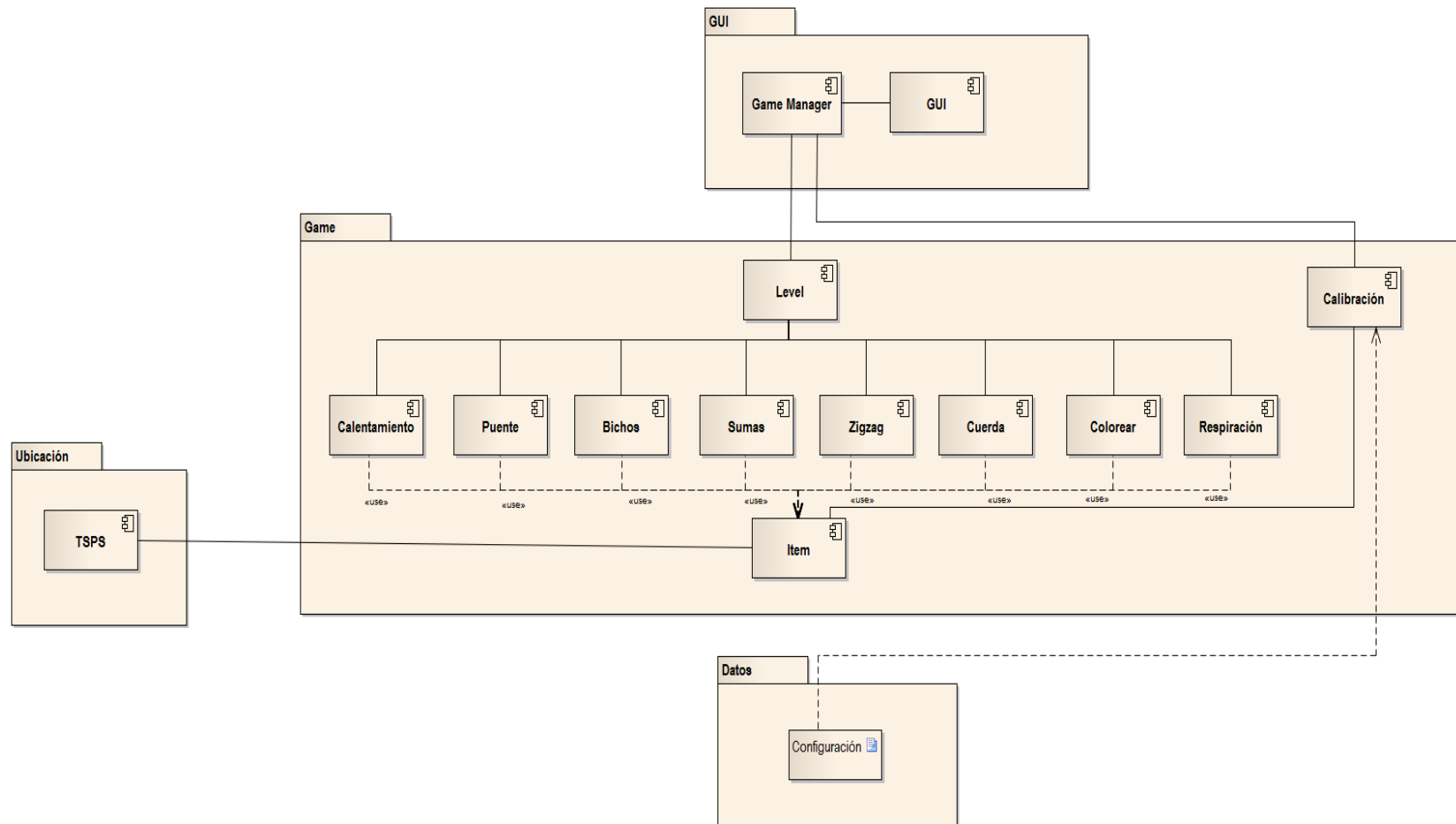
Físicamente el proyector se coloca sobre una base de madera que nosotros diseñamos (ver Figura 25c). El proyector se ubica a una altura de 1.50 m. y sobre el proyector se coloca un espejo que envía la proyección hacia el piso (ver Figura 25a). La proyección que se obtiene en el piso es de 3 x 2 m. cuando el proyector se coloca a una altura de 1.5 m. El Kinect debe de colocarse a una altura de 2.7 m. tratando que la visión de la cámara de profundidad abarque por completo la proyección.



**Figura 25.** Configuración de los componentes físicos. a)Espejo, b) estructura del proyector, c)base del proyector, d) esquema general

#### 4.3.2 Arquitectura del videojuego

El software del videojuego, está compuesto por tres capas lógicas (Fowler, 2003): la capa de interfaz de usuario, la capa de lógica del juego y la capa de configuración (ver Figura 26). Cada una de las capas se describe a continuación.



**Figura 26.** Arquitectura lógica del juego en tres capas

### 4.3.2.1 Interfaz de usuario

La interfaz de usuario está compuesta por dos componentes, el componente de interfaz gráfica (GUI por sus siglas en inglés de *Graphic User Interface*), y el *GameManager* o manejador del juego.

El componente de GUI consiste en una ventana implementada en Processing mediante la librería G4P<sup>27</sup>. G4P provee una gran colección de controles para una interfaz de usuario (e.g., botones, etiquetas, cuadros de texto, etc.). Además permite la creación de múltiples ventanas. Esta última característica es de vital importancia debido a que se necesitan dos ventanas para este proyecto, una para la configuración (computadora) y una para el juego (proyector).

El componente *GameManager* se encarga de atender la petición del usuario y desplegar el juego correspondiente en la ventana creada para el proyector (ver Figura 27).

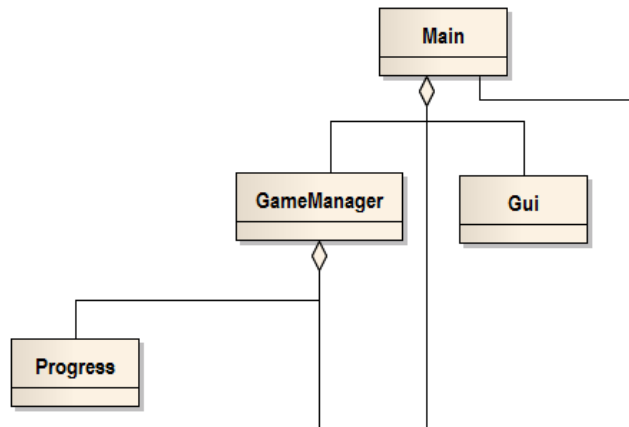


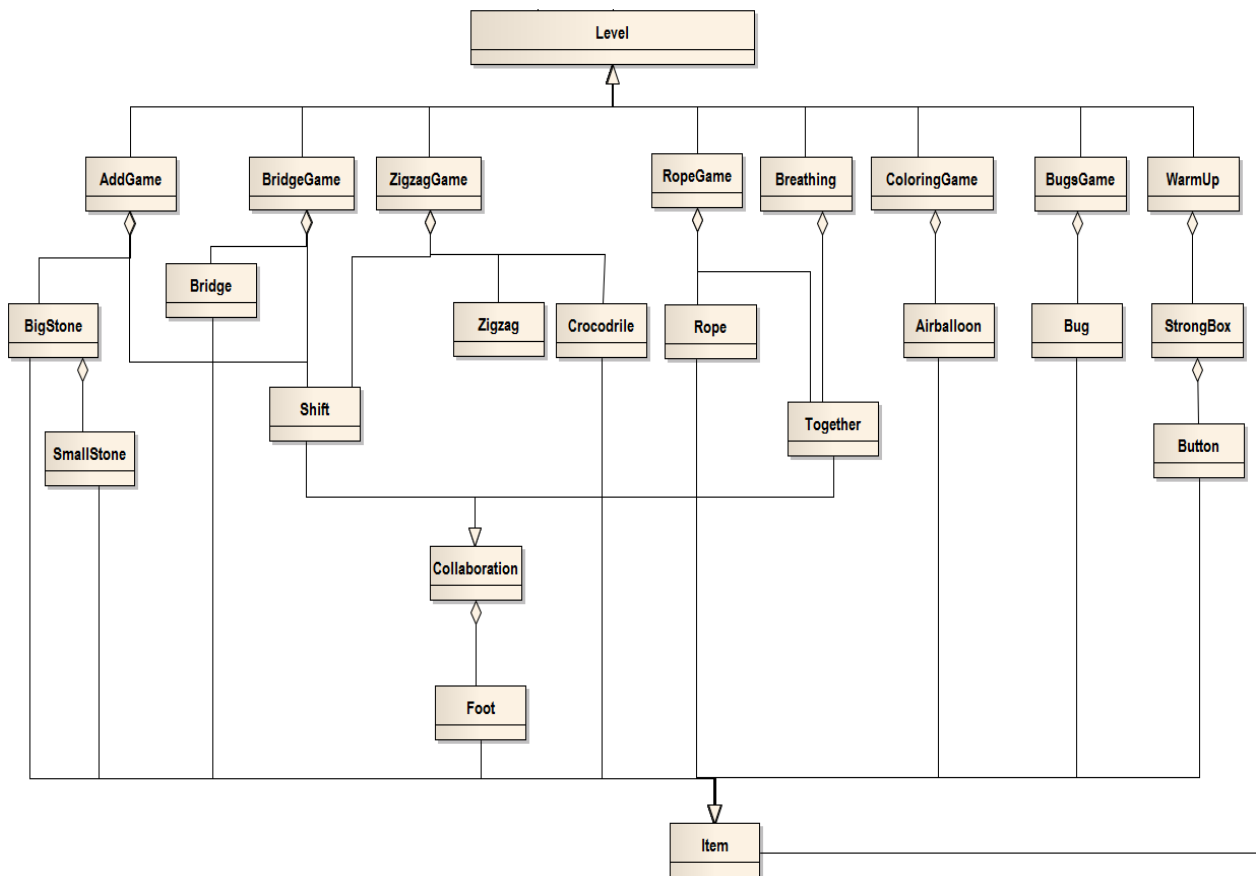
Figura 27. Diagrama de clases de la capa Interfaz de usuario

### 4.3.2.2 Lógica del juego

La capa de lógica del juego contiene todos los niveles del videojuego. Con el objetivo de que los niveles funcionen de manera independiente y se puedan agregar más niveles, cada componente del nivel hereda de la clase *Level* y contiene (ver Figura 28):

<sup>27</sup> <http://www.lagers.org.uk/g4p/>

- Número de jugadores.
- Duración.
- Método *display* para desplegar elementos.
- Mecanismo de colaboración (e.g., juntos, turnos).
- Elementos (e.g., pies, cuerdas, puente).
  - Imagen.
  - Método *over* heredado de la clase *Item* para determinar si el usuario está físicamente sobre el objeto.
- Método para definir cómo interactúan los elementos y el mecanismo de colaboración.



**Figura 28.** Diagrama de clases de la capa lógica del juego

Todos los elementos comparten en común que tienen una ubicación dentro del juego y tienen un evento disparador que se activa cuando han sido tocados por el usuario. Los elementos heredan de la clase *Item*, debido a que esta obtiene las coordenadas del usuario y las compara con las coordenadas del elemento para activar o desactivar el evento disparador.



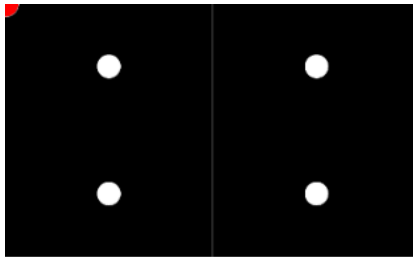
### 4.3.2.3 Calibración

La última capa del videojuego está compuesta por la calibración o configuración. Ésta, es un proceso de corrección de la posición real del usuario, y la posición que detecta el sensor utilizando la librería TSPS. Este proceso se puede representar como la diferencia entre el centroide detectado por la librería TSPS y la posición real de la persona, tanto para la coordenada en x como en y.

$$x = \text{tsps.centroide.x} + dx$$

$$y = \text{tsps.centroide.y} + dy$$

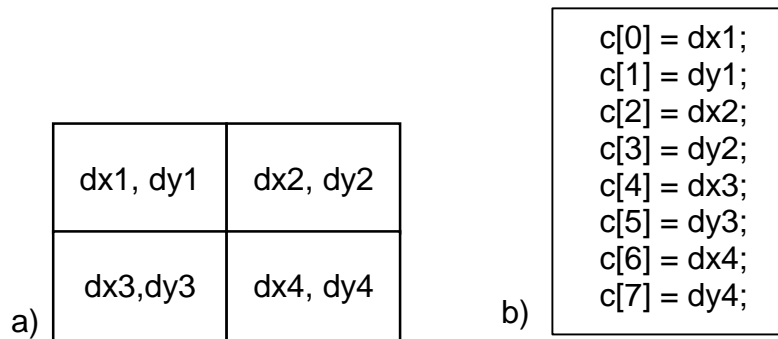
Para obtener esta diferencia, la superficie está dividida en una matriz de 2 x 2 (ver Figura 29), para conseguir la diferencia que existe en cada cuadrante. Para obtener el valor en 'x' y en 'y' de cada cuadrante, el usuario deberá pararse sobre los puntos en blanco y utilizando las flechas del teclado, se alinea el círculo rojo (centroide obtenido por la aplicación) con el círculo en blanco.



**Figura 29.** Interfaz gráfica para la calibración

Una vez que se hayan alineado los cuatro cuadrantes, con la tecla "s" se almacena un archivo donde se guardan los valores de "x", y de "y" de cada cuadrante. Estos valores corresponden a la diferencia entre la posición que detecta el sensor y la posición real del usuario.

La calibración está representada por una matriz de 4 x 4 como se muestra en la Figura 30, y el archivo en texto que contiene las 8 cantidades almacenadas en un vector de cadenas de caracteres.



**Figura 30.** Representación de las variables de calibración. a) representación de las variables de acuerdo a su ubicación física b) representación del archivo de texto

### 4.3.3 Escenario de la implementación del videojuego

Para ejemplificar la interacción de los componentes mencionados en la arquitectura del videojuego, se presenta el escenario del nivel de la cuerda floja. Para ello, en la Figura 31 se muestra el diagrama de secuencia de este nivel (no se modela el funcionamiento de la instancia :Main), que se describe enseguida.

Primeramente, el usuario introduce en la interfaz gráfica de configuración (instancia :GUI), el número de jugadores y número de repeticiones del nivel cruzar la cuerda. El usuario presiona el ícono que representa el nivel de cruzar la puerta y la instancia :Main, crea la instancia del objeto :RopeGame.

:RopeGame a su vez, crea el objeto :Together (tipo de colaboración del nivel). :Together tiene asociados la instancia de los objetos footBegin:Foot y :footEnd:Foot, correspondientes a la posición inicial y final del jugador. Ambos objetos heredan de la clase Item, debido a que se necesita saber si el usuario está sobre ese objeto. Por otra parte, :RopeGame también crea el objeto :Rope. :Rope representa una cuerda por cada uno de los jugadores.

Una vez que se crean todas las instancias, se proyectan en el piso, los elementos (imágenes) del nivel del videojuego (método *display*).

La librería TSPS, obtiene el video del sensor Kinect y envía mediante el protocolo OSC los centroides de los usuarios a todas las instancias que heredan de la clase Item. La clase Item obtiene las coordenadas del centroide y agrega la diferencia almacenada

en el archivo de calibración, para determinar si un jugador está sobre el elemento (método `over`).

Si todos los elementos de `footBegin:Foot` determinan que hay un jugador sobre ellos, mediante el método `overBegin()`, esto es los jugadores están sobre las imágenes de pies proyectadas en el piso, entonces se despliegan las cuerdas y se activan los elementos de `footEnd:Foot`. Los jugadores caminan por las cuerdas al mismo tiempo. Cuando los jugadores llegan a los elementos correspondientes a `footEnd:Foot`, se realiza el mismo proceso de `footBegin:Foot` (inferir si el usuario está en los elementos finales). Si todos los jugadores están sobre los objetos, el nivel finaliza.

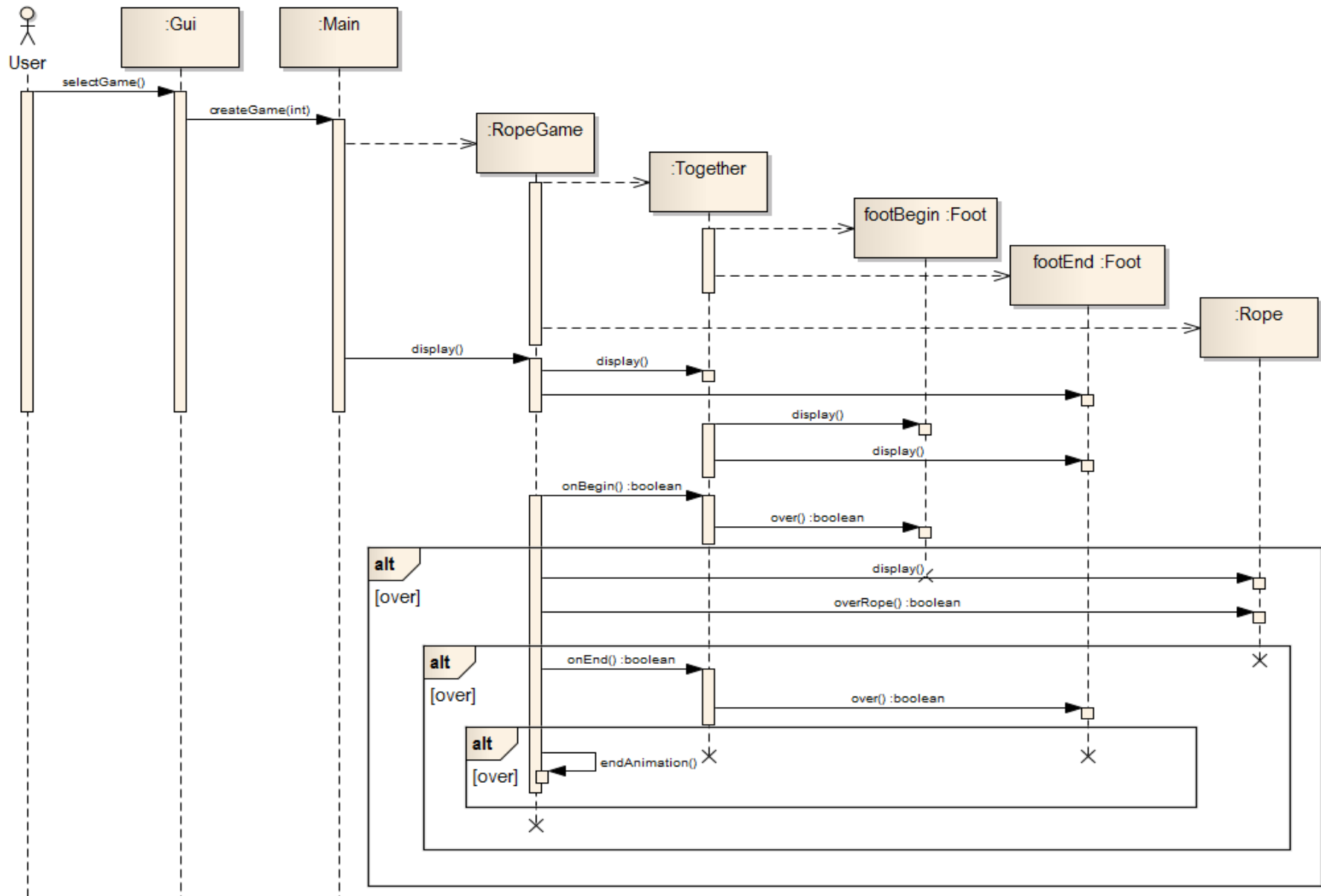


Figura 31. Diagrama de secuencia del nivel de cruzar la cuerda

#### **4.4 Resumen y conclusiones**

En este capítulo se describen los métodos de diseño que se utilizaron para el desarrollo del videojuego “Las Reliquias del Explorador.” El videojuego se diseñó de acuerdo con los resultados del estudio contextual (Capítulo 3), y siguiendo una metodología centrada en el usuario, que involucra sesiones de diseño participativas, generación de visiones, y diseño basado en escenarios. Las sesiones de diseño fueron multidisciplinarias incluyendo un equipo formado por niños, maestros de preescolar e investigadores en HCI.

El videojuego “Las Reliquias del Explorador” está formado por siete niveles que imitan una sesión de ejercicio, además incorporan mecanismos de colaboración que deben practicar los niños a esa edad.

El videojuego funciona en un piso interactivo formado por un sensor Kinect, un proyector DPL de corto alcance y una PC. El videojuego de “Las Reliquias del Explorador” utiliza la librería TSPS para obtener los datos capturados del sensor Kinect e inferir la ubicación del jugador. Se utilizó el lenguaje de programación Processing para implementar las interfaces multimedia, y el protocolo OSC para enviar la información del jugador de la librería TSPS a las interfaces de Processing, y actualizar el efecto correspondiente del juego.

Para promover escalabilidad y mantenimiento, se utilizó un paradigma orientado a objetos. El videojuego fue diseñado con tres capas lógicas.

## Capítulo 5. Evaluación

En este capítulo se presenta la evaluación del videojuego “**Las Reliquias del Explorador**”, un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo que promueve ejercicio y colaboración en niños de preescolar (ver Capítulo 4). El videojuego se evaluó en un jardín de niños público en Ensenada B.C. México.

El estudio consiste en evaluar el desempeño de “Las Reliquias del Explorador” en comparación con un circuito de ejercicios típico (*i.e.*, serie de pruebas físicas consecutivas) de una clase de educación física. El desempeño se midió en términos de: impacto en ejercicio físico, efectividad de los mecanismos de colaboración y experiencia de juego percibida.

Este capítulo se estructura de la siguiente manera. Primero, se presenta la metodología empleada; posteriormente, se especifican los objetivos de la evaluación; una vez establecido los objetivos se define el diseño y desarrollo del experimento; finalmente se presentan el análisis de datos, resultados.

A continuación se presenta la metodología que se siguió durante el estudio de evaluación.

### 5.1 Metodología

La evaluación consistió en cinco etapas, las cuales se describen a continuación (ver Figura 32).



**Figura 32.** Metodología de evaluación

1. **Definir objetivos.** En esta etapa definimos y acotamos los objetivos de evaluación del experimento.

2. **Diseño del experimento:** Se establecieron los participantes, configuración, tipo de experimento y procedimiento o tareas por realizar.
3. **Desarrollo del experimento:** En esta etapa los participantes realizaron las tareas del experimento de acuerdo a la configuración que elegimos en nuestro plan de evaluación. Además, se establecieron los materiales para la captura de datos, las especificaciones de reclutamiento y se realizó la colección de datos.
4. **Análisis de resultados:** Durante este paso, se realizó el análisis cuantitativo de los resultados, utilizando la técnica de análisis secuencial basado en eventos.
5. **Resultados:** La última etapa consistió en interpretar los resultados obtenidos.

## 5.2 Objetivos

La evaluación tiene los siguientes objetivos específicos:

- Estimar el tiempo que los niños realizan algún movimiento o ejercicio físico que ayude al desarrollo de habilidades motoras durante el juego en comparación de un circuito de ejercicios tradicional.
- Evaluar los mecanismos de colaboración utilizados por los niños durante el ejercicio en grupo realizado con el videojuego, en comparación del ejercicio en grupo realizado utilizando un circuito de ejercicios tradicional
- Evaluar la experiencia de juego percibida por los niños y el maestro al utilizar el videojuego en comparación del circuito de ejercicios tradicional

## 5.3 Diseño del experimento

### 5.3.1 Participantes

“Las Reliquias del Explorador” fue diseñado para niños entre 4 y 7 años de edad. En esta evaluación participaron 12 niños de preescolar (edad promedio = 4.6 años): 6 de segundo y 6 de tercero de preescolar (ver Tabla 7), y un licenciado en educación de preescolar.

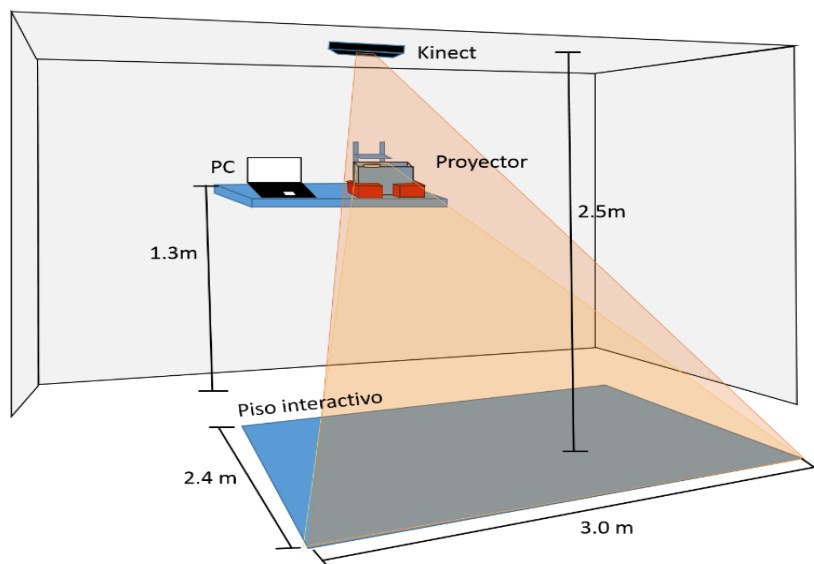
**Tabla 7.** Información demográfica de los participantes del estudio.

ID del Niño	Edad	Sexo	Grado
P1	5	M	3
P2	4	M	2
P3	6	M	3
P4	4	F	2
P5	4	M	2
P6	5	M	2
P7	4	M	2
P8	4	F	2
P9	5	F	3
P10	5	M	3
P11	6	M	3
P12	6	F	3

### 5.3.2 Configuración

#### 5.3.2.1 Instalación del piso Interactivo

El videojuego “Las Reliquias del Explorador” se instaló en el salón de tercero de preescolar de la Estancia Infantil CICESE y el piso interactivo se adecuó a las dimensiones e infraestructura disponibles en el salón. El sensor Kinect se colocó en el techo a una altura aproximada de 2.5 m, y el proyector DLP, de corto alcance, se colocó en una repisa a una altura aproximada de 1.3 m. Estas condiciones permiten crear un área de proyección de 7.2 m<sup>2</sup> (2.4 m. x 3 m). El Kinect y el proyector se conectaron a una computadora i7 con 6G de memoria RAM que se colocó en la repisa junto al proyector (ver Figura 33).

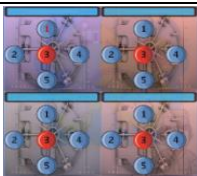
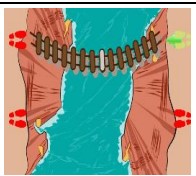
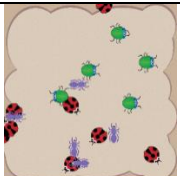
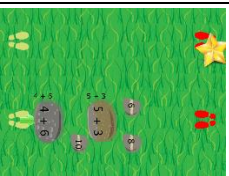
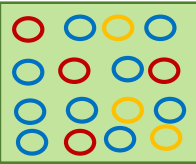
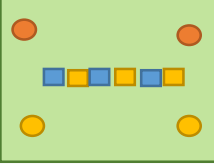
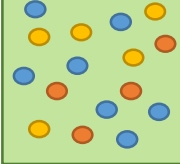
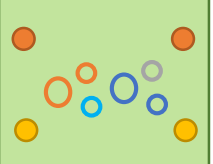
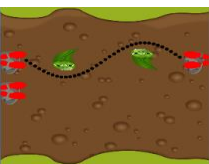
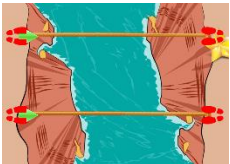


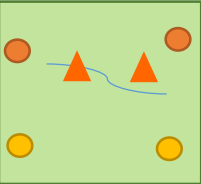
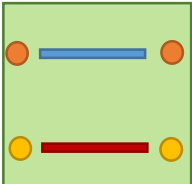
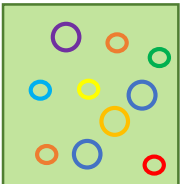
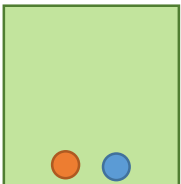
**Figura 33.** Configuración del piso interactivo



### 5.3.2.2 Circuito de ejercicios

El circuito de ejercicios que los niños realizan durante una sesión de educación física típica observada durante el estudio contextual (ver sección 3.1) se modificó para que imitará más fielmente las actividades disponibles en el videojuego “Las Reliquias del Explorador”. Las modificaciones que se realizaron al circuito no afectaron los objetivos y actividades físicas planteadas inicialmente por el profesor de educación física. Primero, se modificó el tamaño del circuito de ejercicios ajustándose a las mismas dimensiones del área de proyección. Segundo, se modificaron las actividades para imitar la secuencia de actividades físicas disponibles con el juego (ver Tabla 8). Por ejemplo, en el videojuego, durante la etapa de calentamiento, los niños deben pisar, los botones de la caja fuerte, mientras que en circuito, los niños deben pisar aros colocados en el piso.

**Tabla 8.** Diseño del circuito de ejercicio de acuerdo a cada nivel de Las reliquias del explorador.

	Calentamiento	Caminar en línea	Pisar / brincar	Brincar
Las Reliquias del Explorador				
Circuito				
Ejercicio	Pisar los botones/aros.	Caminar sobre el puente/ cubos de plástico.	Pisar/ brincar sobre los bichos/ círculos de colores.	Brincar sobre las piedras/ aros.
	Caminar en zigzag	Caminar en línea recta	Caminar libre	Respiración
Las reliquias del explorador				
Circuito				
Ejercicio	Caminar en zigzag evitando los cocodrilos/ conos	Caminar en línea recta sobre las cuerdas/ líneas	Caminar sobre el globo/ caminar sin tocar los aros	Respirar

### 5.3.3 Procedimiento

Para realizar las actividades, los niños se agruparon en equipos de 3 integrantes. Cada equipo estuvo conformado por 2 niños que pertenecían al mismo grupo y 1 niño que pertenecía a otro grupo (e.g., 2 niños de 2do. y 1 niño de 3ro; 2 niños de 3ro y 1 niño de 2do).

Se decidió utilizar un paradigma de diseño experimental intra-sujetos (*within-subjects*), con dos etapas. En la primera etapa, la mitad de los participantes se ejercitaron con el circuito de ejercicios modificado, sin uso de la tecnología (condición A: circuito de ejercicios), y el resto de los participantes se ejercitó utilizando el juego de “Las Reliquias del Explorador” utilizando el piso interactivo (condición B: piso interactivo, ver Tabla 9). En la segunda etapa, se intercambiaron las condiciones, aquellos participantes que se ejercitaron con el circuito utilizaron el videojuego, y viceversa.

**Tabla 9.** Configuración de ejercicios que se siguió durante las sesiones de ejercicio

Ejercicio	Tiempo/ Repeticiones	Colaboración
Calentamiento	1 min	Juntos
Caminar sobre una línea	5 veces	Turnos
Brincar / pisar	1 min	Juntos
Brincar	5 veces	Turnos
Caminar en zigzag	5 veces	Relevos
Caminar en línea recta	5 veces	Turnos
Caminar alrededor	1 min	Juntos
Respiración	30 seg.	Juntos

## 5.4 Desarrollo del experimento

Por alrededor de una hora, se realizó una prueba piloto para evaluar el desempeño del prototipo en condiciones reales, y probar los materiales de captura. Dos niños (edad promedio = 6.5 años) participaron en la prueba. Primero se ejercitaron con el circuito tradicional, y posteriormente utilizaron “Las Reliquias del Explorador”. Durante esta etapa, los niños utilizaron el monitor de actividad fitbit One™, para monitorizar el ejercicio realizado, sin embargo, dado que este monitor es recomendado para niños mayores de 13 años, a pesar de la personalización del monitor, no se obtuvieron resultados del ejercicio de los participantes y el uso del sensor se descartó para el experimento.

Una vez realizada la prueba piloto, se llevó a cabo el experimento, el cual tuvo una duración de 2 días. Por cada día se realizaron 4 sesiones de ejercicio (duración promedio = 15.5 min, ver Figura 34).



**Figura 34.** Niños durante la sesión de ejercicio utilizando un circuito de ejercicio (izquierda) y usando “Las Reliquias del Explorador” en el piso interactivo (derecha).

Todas las sesiones fueron video grabadas (incluyendo sonido) evitando tomas de caras y enfocando la cámara en la parte inferior de los niños para proteger la privacidad de los participantes, sin afectar la visibilidad de los movimientos que realizaban para su posterior análisis. En total se obtuvieron 124 minutos de grabación, que posteriormente fueron utilizados para realizar el análisis, además se aplicaron 12 encuestas a los niños y una al maestro.

## 5.5 Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizaron técnicas cuantitativas para codificación de videos y análisis de las encuestas realizadas durante el experimento. Los datos obtenidos fueron analizados de la siguiente manera:

### 5.5.1 Ejercicio

Para el análisis del ejercicio realizado en el circuito y en el videojuego, se utilizó el método de observación directa, es decir, un observador entrenado clasificó los movimientos realizados por los niños, mediante el registro objetivo en un formulario específico (Loprinzi y Cardinal, 2011). Se eligió este método debido a que ha demostrado ser un método confiable y válido para medir ejercicio en niños (McKenzie, 2002), además el uso de videos incrementa la fiabilidad de las medidas. Para el análisis de videos se utilizó el método de análisis de secuencia basado en eventos (*Event-Lag* (Bakeman,

1997)), que consiste en examinar cada uno de los videos capturados de acuerdo a un esquema de codificación, que contiene los eventos a codificar definidos previamente.

El esquema de codificación que se utilizó para el análisis del ejercicio fue el Sistema de Observación para Habilidades Motoras (OSMOS por sus siglas en inglés *Observation System of Motor Skills* (Castañer, Camerino, Parés, y Landry, 2011)) (ver Apéndice 3). OSMOS nos permitió estimar la diversidad de movimiento realizados por los niños, debido a que contiene los eventos de *estabilidad* (e.g., giros), *locomoción* (e.g., caminar), *manipulación* (e.g., pisar), *nivel espacial* (e.g., agacharse, levantarse), y *saltos*. Movimientos necesarios para el desarrollo motor. Además, OSMOS ha sido adaptado para su uso en videojuegos en superficies interactivas (Landry et al., 2013). Cada evento fue codificado utilizando el formulario de la Figura 35, desarrollado en Excel.

	Estabilidad de soporte (Equilibrio)	Estabilidad de detén (Salto altura)	Estabilidad de detén (Salto longitud)	Estabilidad axial (giros, pintar con los pies)	Locomoción de impulso (parada)	Locomoción de reequilibrio secuencial (# pasos)	Locomoción de coordinación simultánea	Manipulación de impacto (Pisar)	Cambios de nivel espacial (levantarse)	Cambios de nivel espacial (agacharse)
01:24 a. m.					1					
01:25 a. m.						1				
01:26 a. m.						1	2			
01:27 a. m.			1	1						
01:28 a. m.				1						
01:29 a. m.						1				
01:30 a. m.						1				
01:31 a. m.						1	10			
01:32 a. m.						1				
01:33 a. m.				1						
01:34 a. m.						1				
01:35 a. m.						1	8			
01:36 a. m.						1				
01:37 a. m.	1									
01:38 a. m.						1	1			
01:39 a. m.			1	1						
01:40 a. m.				1						
01:41 a. m.						1	1			
01:42 a. m.						1	2			
01:43 a. m.				1						
01:44 a. m.						1	5			
01:45 a. m.						1				
01:46 a. m.				1						
01:47 a. m.	1									
01:48 a. m.						1				
01:49 a. m.						1				
01:50 a. m.						1	8			
01:51 a. m.						1				
01:52 a. m.					1					
01:53 a. m.					1					
01:54 a. m.						1	2			
01:55 a. m.						1				

**Figura 35.** Bitácora de codificación de video utilizando OSMOS

Para validar OSMOS, 3 investigadores fueron entrenados por un periodo de 30 minutos. Los tres investigadores observaron la misma sesión de video y cada investigador

de manera independiente codificó los movimientos de un niño (previamente seleccionado).

Con el objetivo de cuantificar la fiabilidad de OSMOS, y el nivel de acuerdo entre los codificadores (IOA, por sus siglas en inglés *Inter-Observer Agreement*), se calculó el Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951), este coeficiente es utilizado en el área de la psicometría para encontrar si existe una relación entre las observaciones realizadas, donde cuanto más se aproxime su valor a 1, mayor es la fiabilidad de la escala. En nuestro estudio se obtuvo un alfa de  $r=0.983$ , por lo que se demuestra la fiabilidad del esquema de codificación.

Un total de 124 minutos de video fueron revisados y codificados de las 8 sesiones de ejercicio (promedio por sesión = 15.5 min), de acuerdo a los eventos de OSMOS. El ejercicio realizado se analizó en tres partes, primero el ejercicio total realizado por los niños, el ejercicio realizado en cada etapa de la sesión de ejercicios y por último cada uno de los movimientos realizados por los niños.

### 5.5.2 Colaboración

Los eventos de colaboración se analizaron mediante observación directa de la misma manera que se codificaron los eventos de ejercicio.

El esquema de codificación utilizado fue el de Desempeño de Métricas Cooperativas (CPM por sus siglas en inglés *Cooperative Performance Metrics* (Seif El-Nasr et al., 2010)). CPM está asociado a eventos de acciones observables durante una sesión de juego que indiquen cooperación/colaboración (ver Apéndice 3), por ejemplo: *reír o emocionarse juntos, trabajar en estrategias, ayudarse unos con otros, realizar estrategias globales* (tomar diferentes roles), y *problemas de colaboración* (*Got in each others' way*). Cada evento fue codificado utilizando un formulario en Excel (ver Figura 36).

Para validar CPM, 2 investigadores fueron entrenados por un periodo de 30 min. Los dos investigadores, de manera independiente, observaron el mismo video para codificar los eventos de colaboración de cada equipo. El IOA fue aceptable indicando que el esquema de codificación es confiable ( $r=0.972$ )

Equipo	Juego/Circu	Nivel	Mecanismo	Tiempo	Reir juntos	Estrategias	Ayuda	Roles	P. colaboración	Ayuda maes
DavidM-Emi	Juego	Intro		00:09	1					
	Juego	Calentamiento	Juntos	03:05						1
	Juego	Calentamiento	Juntos	03:25	1					
	Juego	Calentamiento	Juntos	03:30	1					
	Juego	Calentamiento	Juntos	03:53	1					
	Juego	Puente	Turnos	04:02						
	Juego	Puente	Turnos	04:05						1
	Juego	Puente	Turnos	04:10				1		
	Juego	Puente	Turnos	04:15			1			
	Juego	Puente	Turnos	04:17				1		
	Juego	Puente	Turnos	04:19				1		
	Juego	Puente	Turnos	04:23		1				
	Juego	Puente	Turnos	04:32						1
	Juego	Puente	Turnos	04:37						
	Juego	Puente	Turnos	04:37				1		
	Juego	Puente	Turnos	04:48				1		
	Juego	Puente	Turnos	04:55						
	Juego	Puente	Turnos	04:57						
	Juego	Puente	Turnos	05:01				1		
	Juego	Puente	Turnos	05:05				1		
	Juego	Puente	Turnos	05:09						
	Juego	Puente	Turnos	05:15				1		
	Juego	Puente	Turnos	05:17	1					
	Juego	Puente	Turnos	05:17				1		
	Juego	Puente	Turnos	05:23				1		
	Juego	Puente	Turnos	05:26						
	Juego	Puente	Turnos	05:32				1		
	Juego	Puente	Turnos	05:34				1		
	Juego	Puente	Turnos	05:36				1		
	Juego	Puente	Turnos	05:41	1					
	Juego	Bichos	Juntos	05:50						
	Juego	Bichos	Juntos	05:58	1					
	Juego	Bichos	Juntos	06:03	1					

Figura 36. Bitácora de codificación de video utilizando CMP

### 5.5.3 Experiencia de juego

Se diseñó un cuestionario inicial, formado por la información demográfica del participante (e.g. edad, sexo), uso de videojuegos, afinidad sobre el ejercicio y trabajo en equipo (ver Apéndice 2). Este cuestionario se aplicó como entrevista estructurada a cada niño, con el objetivo de tener información general previa a la realización del experimento.

Para evaluar la experiencia de juego se utilizó el cuestionario *Fun Toolkit* (Read y MacFarlane, 2006) (ver Apéndice 4). Este cuestionario, fue diseñado para niños y está formado por tres artefactos: (1) *Smileyometer*, aplicado antes y después de realizar una sesión de ejercicio, el cual consiste en una escala análoga visual con el código basado en 5 puntos de la escala Likert, con 1 como Desagradable y 5 como Excelente; (2) *Again-Again*: es una tabla donde se debe responder con un “sí”, “tal vez” o “no”, dependiendo si volverías a realizar la actividad, se codificó como 2 cuando la respuesta era “sí”, 1 si era “tal vez” y 0 si era “no”; (3) *Fun sorter*, requiere que los jugadores ordenen las actividades de acuerdo a cinco conceptos: gusto, divertido, fácil, bonito y me gustaría recibirlo como regalo. *Fun sorter* se aplicó dos veces: al final de cada sesión de ejercicios y al final de

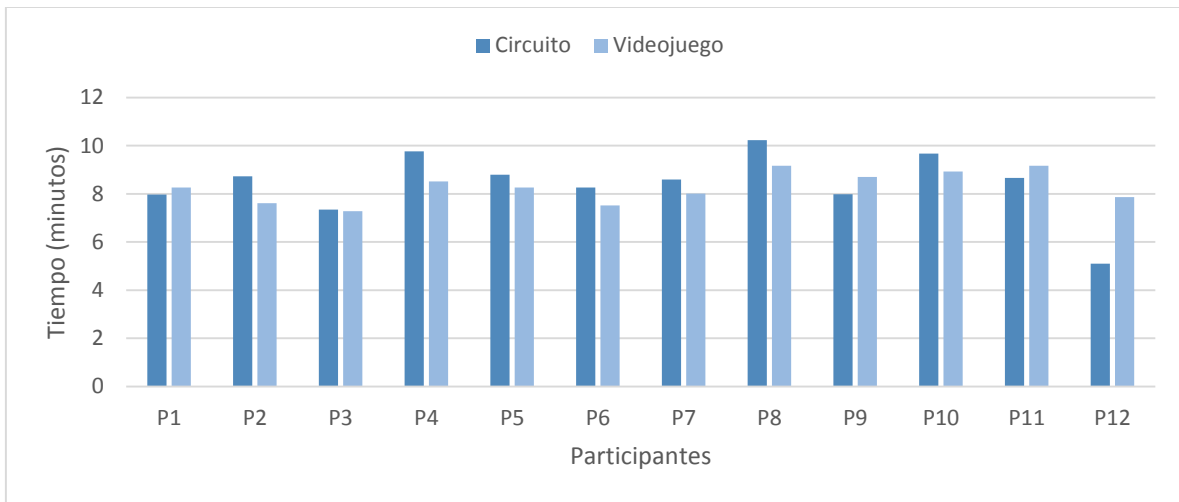
las dos sesiones. Cada uno de los niveles o ejercicios realizados durante la sesión se ordenaron de acuerdo a los conceptos, se codificaron de 0 a 4, donde 4 representa la actividad que más les gustó y 0 aquéllos que no mencionaron. Para la comparación del juego y el circuito se codificó como 1 a la sesión que eligieron y 0 en otro caso.

Para complementar el cuestionario *Fun Toolkit*, la maestra del grupo respondió el Cuestionario de Experiencia de juego (GEQ por sus siglas en inglés *Game Experience Questionnaire* (IJsselsteijn et al., 2008); (ver Apéndice 4), el cual se divide en tres módulos: (1) *núcleo del juego*: corresponde a la experiencia vivida durante el juego y se mide mediante las dimensiones de inmersión, competencia, flujo, tensión/enojo, desafío, emociones positivas y emociones negativas; (2) *aspecto social*: evalúa la experiencia de juego con respecto a otros jugadores mediante las dimensiones de empatía, sentimientos negativos y participación; (3) *post-juego*: son las experiencias obtenidas una vez que el jugador terminó de jugar, utilizando las dimensiones de experiencia positiva, experiencia negativa, cansancio y vuelta a la realidad. Cada una de las dimensiones está formada por 6 oraciones donde la maestra contestó de acuerdo a una escala Likert de 0 (no está de acuerdo) a 4 (completamente de acuerdo). Los resultados para cada dimensión se calcularon como el promedio de todas las oraciones que corresponden a la misma dimensión.

## 5.6 Resultados y Discusión

### 5.6.1 Ejercicio

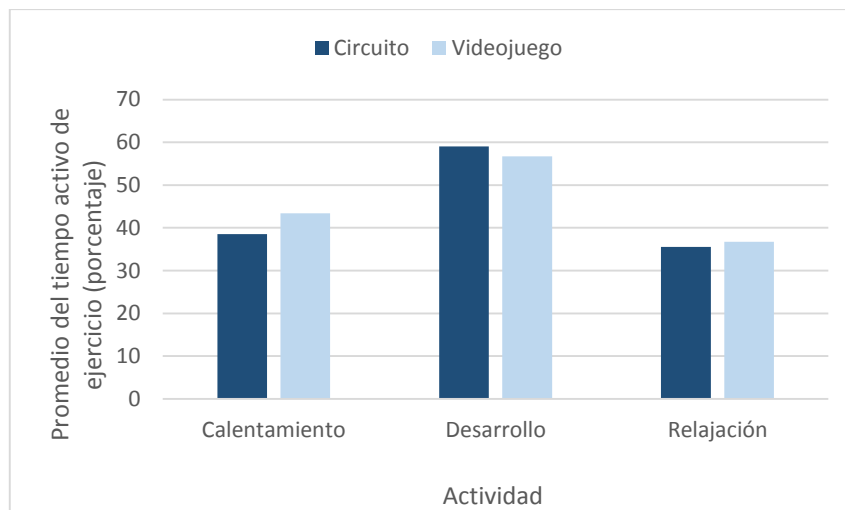
En la Figura 37, se muestra el total de minutos durante los cuales cada participante estuvo activo. Para validar diferencias significativas del tiempo activo, se aplicó una prueba T ( $p = 0.6500568$ ), y no se encontró una diferencia significativa entre la duración el ejercicio realizado durante el videojuego y el circuito de ejercicios, dado que ambas sesiones se planearon para que el tiempo fuera igual.



**Figura 37.** Gráfica del tiempo activo de ejercicio total de cada participante.

Para analizar el ejercicio realizado durante cada etapa de ejercicio (calentamiento, desarrollo y relajación), se calculó el porcentaje promedio de tiempo activo en los niños con base a la duración total de cada etapa.

En la Figura 38 se muestra una comparación entre el promedio del tiempo activo de los niños en el circuito y en el videojuego; se puede observar un incremento en el tiempo activo entre las etapas de calentamiento y desarrollo, y se observa un leve decremento en la etapa de relajación, en ambos casos.



**Figura 38.** Gráfica del promedio del tiempo activo de los niños durante cada etapa de la sesión de ejercicio.

Finalmente se analizaron cada uno de los movimientos realizados por los niños (ver Tabla 10), y se encontró que los movimientos relacionados a *estabilidad* (e.g. giros, pararse en un pie), *saltos* (e.g. de longitud, vertical), y *nivel espacial* (e.g. levantarse, agacharse) no tenían una diferencia significativa de acuerdo a una Prueba T ( $p=0.41$ ;



$p=0.43$  y  $p=0.15$  respectivamente). Los eventos de *locomoción* (e.g. caminar, correr) y *manipulación de impacto* (e.g. pisar) se encontró una diferencia significativa importante ( $p=0.0007$  y  $p = 0.000007$ ), en donde para *locomoción de equilibrio secuencial* fue mayor el tiempo que duraron los niños caminando en el circuito (circuito = 3909 seg.; videojuego = 2836 seg.) y para *manipulación de impacto* fue mayor el tiempo que duraron los niños pisando en “Las Reliquias del Explorador” (circuito = 35 seg.; videojuego = 1223 seg.).

**Tabla 10 .** Resultados comparativos del circuito y el videojuego con respecto a los eventos de ejercicio

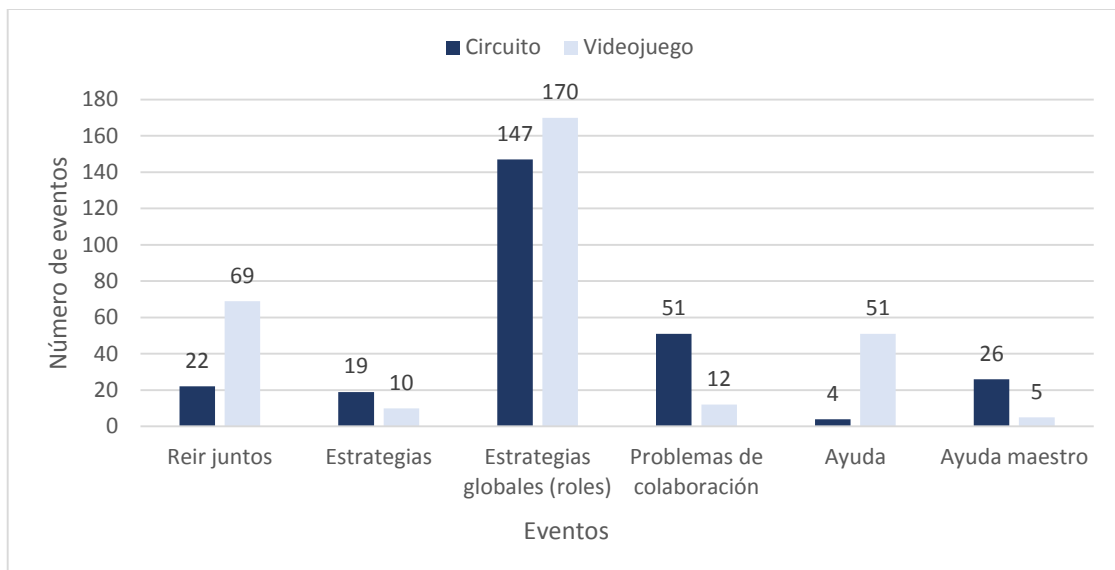
	Tiempo (Segundos)	Estabilidad	Saltos	Locomoción de equilibrio secuencial	Manipulación de impacto	Nivel espacial	Total
<b>Circuito</b>	total	1384	602	3903	35	144	6068
	Promedio	115.333333	50.1666667	325.25	2.916666667	12	505.666667
	Desviación estándar	47.7480763	19.5719341	35.632276	4.05548637	9.7886762	116.796449
<b>Videojuego</b>	Total	1270	533	2836	1223	97	5959
	Promedio	105.833333	44.4166667	236.333333	101.9166667	8.08333333	496.583333
	Desviación estándar	32.059131	22.6413071	56.7647992	44.18855947	4.79504163	160.448838
<b>Prueba T (<math>\alpha = 0.05</math>)</b>		0.41628382	0.43989827	<b>0.00075823</b>	<b>7.45605E-06</b>	0.15897204	0.6500568

### 5.6.2 Colaboración

Como se puede observar en la Figura 39, los eventos de *reír juntos* (circuito = 4; videojuego = 69), y *ayuda* (circuito = 4, videojuego = 51), tienen más eventos etiquetados en el videojuego. Una prueba T indica que existe una diferencia significativa en los eventos de *reír juntos* ( $p = 0.013$ ), y *ayudarse* ( $p = 0.089$ ). Estos eventos implican que los niños disfrutaron y se divirtieron más en el videojuego, así como también existió una atmósfera positiva.

Por otra parte, se observaron menos *problemas de colaboración* (circuito = 51; videojuego = 12), con una diferencia significativa de  $p = 0.002$ , cuando lo niños utilizaron el videojuego. El principal problema de colaboración fue reñir por ser el primero en realizar la actividad, debido a esto, se codificaron menos intervenciones por parte del maestro (*ayuda del maestro* circuito = 26; videojuego = 5;  $p = 0.170$ ).

En lo que respecta a *estrategias globales* ( $p = 0.385$ ) y *trabajo en estrategias* ( $p = 0.404$ ) no se encontró diferencia (ver Tabla 11).



**Figura 39.** Gráfica del total de eventos etiquetados.

**Tabla 11.** Resultados comparativos del circuito y el videojuego con respecto a los eventos de colaboración

		Reír juntos	Trabajar en estrategias	Ayuda	Estrategias globales (roles)	Problemas de colaboración	Ayuda maestro
<b>Circuito</b>	Total	22	19	4	147	51	26
	Promedio	5.5	4.75	1	36.75	12.75	6.5
	Desviación estándar	1.91485422	4.57347424	0.81649658	10.9048919	3.40342964	6.45497224
<b>Videojuego</b>	Total	69	10	51	170	12	5
	Promedio	17.25	2.5	12.75	42.5	3	1.25
	Desviación estándar	3.94757309	1.73205081	9.94568583	1.73205081	1.41421356	1.5
<b>Prueba T (<math>\alpha=0.05</math>)</b>		<b>0.013</b>	0.404	<b>0.089</b>	0.385	<b>0.002</b>	0.170

Estos resultados confirman que los niños utilizan el mismo número de estrategias de colaboración en ambas sesiones de ejercicio, sin embargo, al disfrutar más el videojuego, los niños presentan menos problemas de colaboración, y se ayudan entre ellos en lugar de que la maestra tenga que intervenir. Esto indica que los niños están más dispuestos a trabajar en conjunto utilizando diferentes mecanismos de colaboración cuando utilizan “Las Reliquias del Explorador”.

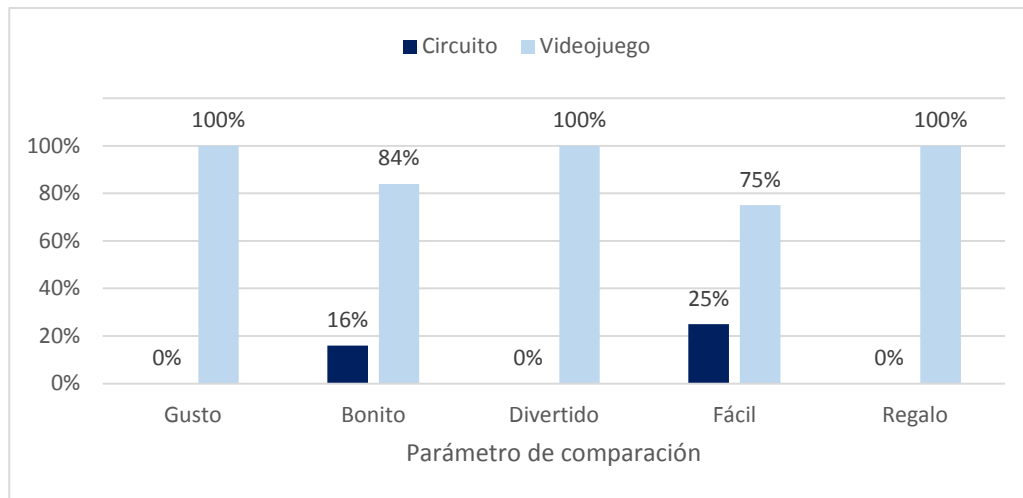
### 5.6.3 Experiencia de juego

De acuerdo a los artefactos del cuestionario *Fun Toolkit* (Read y MacFarlane, 2006) se obtuvo lo siguiente:

En *Smilometer*, los niños en promedio calificaron con un 4.5 al circuito antes y después de realizarlo, mientras que con “Las Reliquias del Explorador” se obtuvo un 4.58 antes de utilizar el videojuego y posteriormente aumentó a un 4.83.

En *Again-Again*, el 100% de los niños dijo que volverían a jugar “Las Reliquias del Explorador”, mientras que en el circuito, sólo el 66% dijo que lo volvería a jugar.

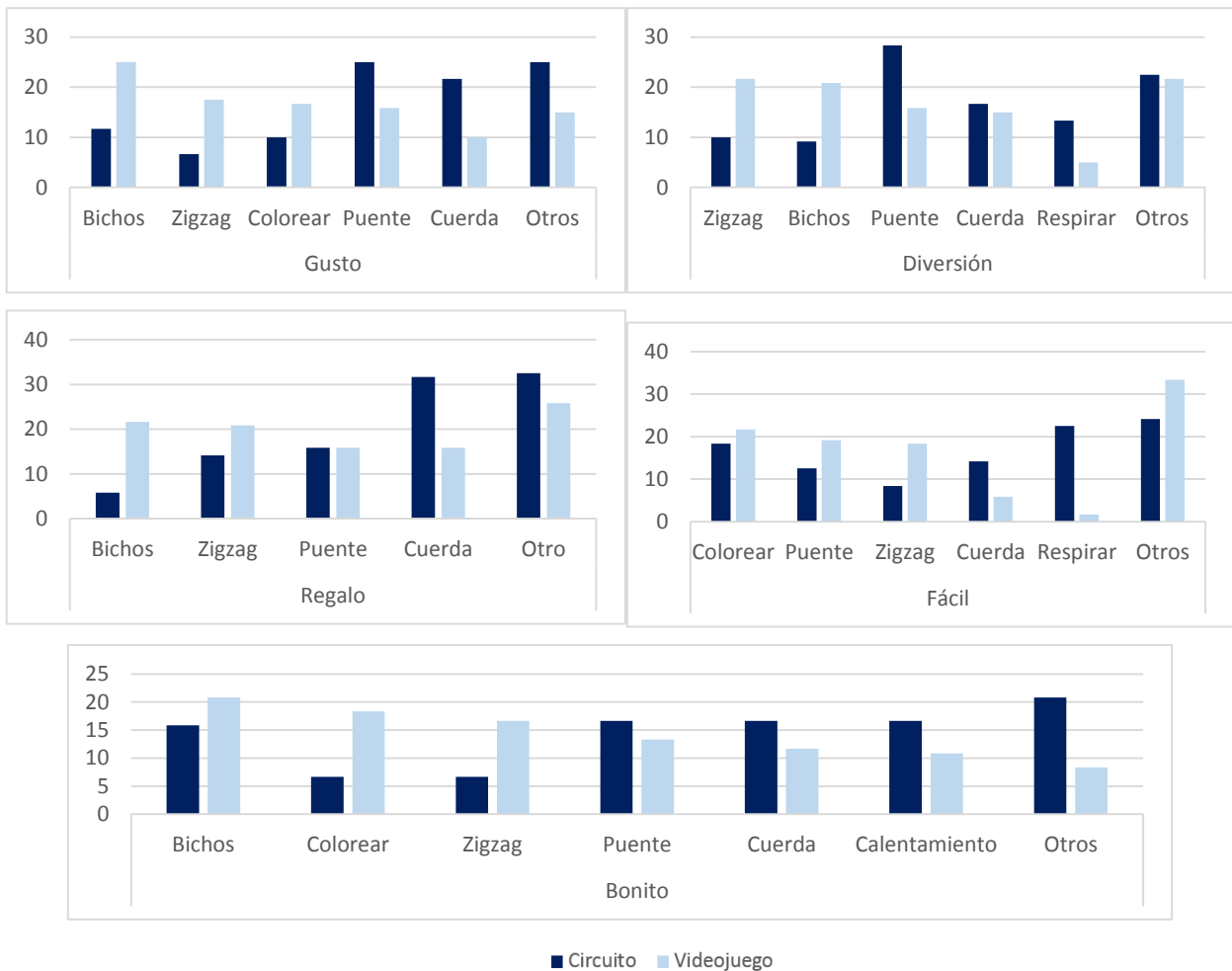
*Fun sorter* se utilizó para ordenar cuatro categorías: gusto, diversión, fácil, bonito, y recibir de regalo; donde para gusto, divertido, y recibir de regalo el 100% de los niños prefirió “Las Reliquias del Explorador”, 75% lo prefirió para fácil y 85% en bonito (ver Figura 40).



**Figura 40.** Gráfica de los resultados del artefacto *Fun sorter*.

En el artefacto *Fun sorter* aplicado por nivel del videojuego, el 20% de los niños eligieron el nivel de “La arena de los bichos” en los parámetros de diversión, bonito y recibir de regalo; el 21% eligió el nivel de “Pantano de los Cocodrilos” como el más divertido; y el nivel de “Colorear el globo” fue elegido como más fácil y bonito (ver Figura 41). En cambio durante el circuito de ejercicios tradicional, más del 25% de los niños, eligió la actividad de cruzar por los cuadros de plástico (nivel del Puente movedizo) como la más divertida y como aquella que más les había gustado; el 18% eligió como actividad más fácil de caminar entre los aros (nivel de Colorear el globo); y el 16% dijeron que les parecían bonitas las actividades de cruzar por los cuadros de plástico, caminar en línea recta y el calentamiento (ver Figura 41).

En ambas condiciones la actividad que los niños percibieron más fácil fue la de caminar libremente, sin embargo en gusto, bonito o diversión los niños eligieron para el videojuego aquellos niveles que tenían un mayor contenido de animaciones, mientras que para el circuito eligieron aquellas actividades que contenían material que pudieran pisar.



**Figura 41.** Gráfica de los resultados del artefacto *Fun Sorter* aplicado de acuerdo a niveles/actividades de la sesión de ejercicio.

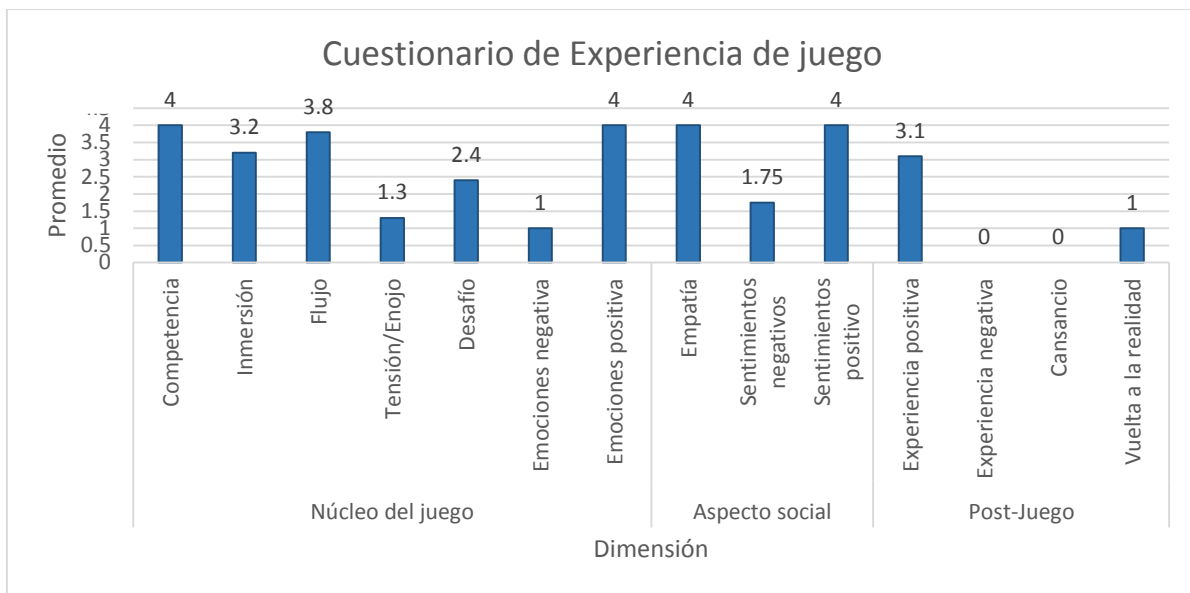
Además al final de cada actividad se les preguntó a los niños de que se había tratado. Cuando finalizó el circuito de ejercicios, el 100% de los niños respondió alguna descripción de ejercicio (e.g., brincar, caminar). Por otra parte, cuando terminaron de jugar “Las Reliquias del Explorador”, el 50% de los niños respondió que trataba sobre buscar un tesoro, y el resto contestó que información sobre alguna animación o personaje del juego. Esto nos indica que utilizando el videojuego, los niños no sienten que están realizando ejercicio ya que le dan más importancia a la historia.

Como complemento de la experiencia de juego obtenida con el cuestionario *Fun Toolkit*, la maestra del grupo contestó el cuestionario GEQ (ver Apéndice 4) (IJsselsteijn et al., 2008) para informar su percepción sobre la experiencia de juego de los niños utilizando “Las Reliquias del Explorador”. En la Figura 42, se muestra la gráfica con los resultados promedio para cada una de las dimensiones de GEQ, a continuación se detallan los resultados obtenidos de acuerdo a cada módulo.

Como resultado del módulo *núcleo del juego*, se obtuvo una experiencia de juego positiva, debido a que para competencia (promedio = 4), inmersión (promedio = 3.2), flujo (promedio = 3.8), y emociones positivas (promedio = 4), se obtuvieron puntuaciones altas, mientras que para tensión/enojo (promedio = 1.3), y emociones negativas (promedio = 1), se obtuvieron puntuaciones bajas. Sin embargo la maestra no percibió que el videojuego resultara un desafío para los niños (promedio = 2.4), a pesar de ello, los resultados nos indican una experiencia muy agradable durante el juego.

El módulo de *aspecto social* mostró experiencias positivas con respecto a otros jugadores, ya que las dimensiones de empatía (promedio = 4) y sentimientos positivos (promedio = 4) tuvieron el máximo puntaje, mientras que para sentimientos negativos (promedio = 1.75) el puntaje fue bajo. Este aspecto nos demuestra que de acuerdo a la percepción de la maestra, la colaboración representa una buena experiencia social en el juego.

Por último las observaciones que realizó la maestra, con respecto al módulo de *post-juego*, es decir, las experiencias obtenidas una vez que los niños terminaron de jugar, tuvieron un puntaje alto en experiencia positiva (promedio = 3.1) y un puntaje muy bajo en experiencia negativa (promedio = 0), cansancio (promedio = 0) y vuelta a la realidad (promedio = 1), por lo que la maestra considera que la sensación que dejó el juego fue positiva y los niños están dispuestos a volver a jugar.



**Figura 42.** Promedios de la experiencia de juego

## 5.7 Resumen y conclusiones

En este capítulo se describe la evaluación del videojuego “Las Reliquias del Explorador” diseñado en esta tesis, para incentivar el ejercicio, y la colaboración en niños entre 4 y 7 años.

La evaluación muestra que el tiempo activo de los niños durante una sesión de ejercicio utilizando el circuito de ejercicios y el videojuego son equivalentes en tiempo. El tiempo activo es el tiempo que los niños estuvieron realizando algún movimiento para el desarrollo de habilidades motoras (e.g., caminar, brincar, pisar). Dado los resultados de este experimento se puede decir que el ejercicio que proporciona el videojuego tiene un desempeño comparativo con el circuito de ejercicios

Por otra parte, los resultados muestran que Las Reliquias del Explorador ayudan a que los niños practiquen mecanismos de colaboración de manera autónoma, con una mejor disposición de colaboración durante el juego. Además se encontraron buenos resultados con respecto a la experiencia de uso, lo que nos indica un alto nivel de inmersión en el videojuego. Asimismo, la maestra del grupo, de acuerdo a su percepción, encontró una experiencia de juego positiva en los niños, ayudándolos en el aspecto social, y en el futuro uso del juego.

## Capítulo 6. Conclusiones, aportaciones y trabajo futuro

---

### 6.1 Conclusiones

En el presente trabajo se desarrolló un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo para niños de preescolar, cuyo objetivo principal es que los niños realicen una sesión de ejercicio de manera colaborativa.

Para entender las prácticas actuales de ejercicio, y el modelo de interacción que utilizan los niños en un piso interactivo, se realizó un estudio contextual en dos escuelas de preescolar en la ciudad de Ensenada B.C. México. El estudio consistió en entrevistas semi-estructuradas y observaciones directas no participativas.

Los resultados se analizaron utilizando técnicas cualitativas y sugieren que un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo para niños de preescolar, debe tener las siguientes características: una historia de fondo, ejercicios de coordinación óculo-pedal, un conjunto de mecanismos de colaboración, y una sesión de ejercicio compuesta por 3 etapas, es decir, calentamiento, desarrollo y relajación.

Con las características encontradas se diseñaron dos prototipos con los cuales se realizaron 3 sesiones de diseño participativas, generación de visiones, y diseño basado en escenarios. Las sesiones de diseño incluyeron un equipo multidisciplinario formado por niños, maestros de preescolar, e investigadores en HCI.

Cabe destacar, que para que los niños de preescolar puedan participar en las sesiones de diseño participativo, es importante utilizar prototipos de media o alta fidelidad, que les ayuden a visualizar y entender el uso del videojuego. Además, es importante que los niños se diviertan y participen de manera activa en el diseño.

Con base en los resultados de las sesiones de diseño, se diseñó el videojuego “Las Reliquias del Explorador”. El videojuego está formado por siete niveles que imitan una sesión de ejercicio, e incluyen mecanismos de colaboración basados en turnos, división de tareas y trabajo en conjunto.

“Las Reliquias del Explorador” funcionan en un piso interactivo. El piso interactivo está formado por el sensor Kinect y un proyector conectados a un PC. El sensor Kinect

infiere la ubicación del usuario. El proyector DPL de corto alcance funciona como actuador y despliega la información del juego. Y la PC ejecuta la dinámica del videojuego. El videojuego utiliza la librería TSPS para obtener los datos capturados por el sensor Kinect y enviarlos mediante el protocolo OSC a las interfaces implementadas en Processing. Los efectos son proyectados en el piso.

Se eligió una arquitectura de tres capas que permite al videojuego funcionar independientemente del piso interactivo que se utiliza. Sí el piso interactivo funciona con un sensor indirecto (como el de esta tesis), se debe implementar un algoritmo de calibración que proporcione una mejor exactitud de la ubicación del usuario. Además, la instalación debe de ser práctica, de tal manera que se tenga una infraestructura rápida de instalar, y fácil de adaptar a las condiciones de casi cualquier salón de preescolar. Por otra parte esta arquitectura nos permite agregar más niveles reutilizando componentes ya implementados.

Por último, para realizar la evaluación, se instaló el piso interactivo en un jardín de niños en Ensenada. El piso interactivo y el videojuego fueron utilizados por 12 niños (4 a 6 años de edad) y un maestro de preescolar.

Para llevar a cabo la evaluación, se realizó un experimento intra-sujetos, que consistió en dos etapas. Primero la mitad de los niños realizaron una sesión de ejercicios en un circuito de ejercicio tradicional y el resto en el videojuego; posteriormente se intercambiaron las actividades. Todas las sesiones fueron video grabadas.

El análisis de datos se realizó utilizando técnicas cuantitativas de observación directa basada en eventos. Utilizando esta técnica se midió el impacto del juego en relación a ejercicio físico, colaboración, y experiencia de juego en comparación con las sesiones tradicionales de ejercicio. Para evaluar el ejercicio se utilizó el Sistema de Observación de Habilidades Motoras (OSMOS por sus siglas en inglés *Observation System of Motor Skills* (Castañer et al., 2011)), donde se estimó la duración de movimientos realizados mediante los eventos de estabilidad, locomoción, manipulación, nivel espacial y saltos. Para evaluar la colaboración se utilizaron las Métricas de Desempeño Cooperativo (CPM por sus siglas en inglés *Cooperative Performance Metrics* (Seif El-Nasr et al., 2010)), donde, se evaluaron los eventos de reír o emocionarse juntos,



trabajar en estrategias, ayudas, realizar estrategias globales (tomar diferentes roles), y problemas de colaboración (*Got in each others' way*). Para la experiencia de juego se utilizaron los cuestionarios *Fun Toolkit* (Read y MacFarlane, 2006) y el Cuestionario de Experiencia de juego (GEQ por sus siglas en inglés *Game Experience Questionnaire* (Ijsselsteijn, de Kort, y Poels, 2008)).

Los resultados muestran que “Las Reliquias del Explorador”, en términos de duración activa de ejercicio, son propicias para asistir la clase de educación física principalmente porque se pueden realizar sesiones de ejercicios en ambientes cerrados tales como los salones de clases. Este videojuego no intenta sustituir a las clases de educación física, sino asistir las para completar las horas diarias recomendadas de ejercicio físico para los niños de preescolar (60 minutos diarios).

Además, los resultados indican que los niños tienen menos problemas de colaboración ejercitándose con el juego de “Las Reliquias del Explorador” que con un circuito de ejercicios tradicional, por ejemplo, durante la transición de actividades, cuando los niños se ponen de acuerdo para ver quien inicia la actividad se observaron menos pleitos. Durante el circuito tradicional, la maestra decidía que niño iniciaba la actividad, y los niños se mostraban impacientes para esperar su turno. En contraste, mientras los niños se ejercitaban con el videojuego, los niños estaban más dispuestos a esperar su turno entre actividades por que se entretenían viendo las animaciones del videojuego.

Por último en términos de experiencia de juego, los resultados indican que el videojuego provee una experiencia positiva, principalmente en términos de diversión. Todos los niños se mostraron interesados en volver a utilizar el videojuego.

Es importante destacar que la maestra percibió que el juego además pudiera impactar en metas educacionales, y otros aspectos del desarrollo importantes como cognición.

## **6.2 Aportaciones**

Las principales aportaciones de este trabajo son las siguientes:

- Un videojuego basado en movimiento en un piso interactivo que sigue el modelo de una clase de educación física tradicional, el cual tiene un sistema de

configuración que le permite al maestro adaptarlo a las necesidades de los jugadores (tiempo de uso, y número de jugadores).

- Una base de datos que contiene material audio-visual que documenta el proceso de sesiones de ejercicio, y uso de pisos interactivos en preescolares.
- Evidencia empírica del videojuego, donde se comparó con un circuito de ejercicios tradicional en términos de ejercicio, colaboración y experiencia de uso. Los resultados, mostrados en el Capítulo 5 pueden servir de base para una evaluación a largo plazo.
- Instalación del videojuego “Las Reliquias del Explorador” para su uso a largo plazo en la Estancia Infantil CICESE
- Se presentó un poster en la escuela de invierno en *Cómputo Ubicuo (Winter School in Ubiquitous Computing 2014)* realizado en INAOE en enero del 2014.
- Se presentó un poster en el *5th Workshop Uniting the Californias*, realizado en la ciudad de Tijuana en Junio del 2014.
- Como resultado del diseño e implementación, se presentó una demostración y un resumen extendido en la conferencia *UbiComp 2014* (Cibrian, Martinez-Garcia, y Tentori, 2014).
- Se realizó un artículo corto para el Encuentro Nacional de Ciencias de la Computación 2014.
- Se sometió un artículo para el *IJHCI Special Issue on Pervasive Interactive System*.

### 6.3 Limitaciones

El presente trabajo, presenta en su versión actual algunas limitaciones:

- En la versión actual de “Las Reliquias del Explorador” sólo pueden jugar 4 niños simultáneamente, debido a la configuración del piso interactivo, lo que implica que se debe cambiar la configuración en caso de que se requieran que jueguen más niños de manera simultánea.
- La evaluación formativa se realizó sólo en una escuela de preescolar, con 12 niños.
- La evaluación con respecto al ejercicio físico realizado por los niños, se midió en términos de tiempo activo que los niños realizaron algún movimiento o ejercicios

para el desarrollo de habilidades motoras, dado que lo que se busca es que los niños realicen 60 min. diarios de actividad física. Sin embargo, es recomendable utilizar algún sensor o método de evaluación que permita medir la intensidad del ejercicio físico.

## **6.4 Trabajo Futuro**

El videojuego presentado en esta tesis se encuentra en una versión funcional en la Estancia Infantil CICESE, sin embargo, la investigación puede ampliarse en tres aspectos, diseño, implementación y estudio; que se proponen como trabajo futuro.

En términos de diseño, el videojuego “Las Reliquias del Explorador”, tiene un sólo nivel de dificultad, por lo que para hacerlo más retador y evitar que los usuarios dejen de jugarlo una vez que pase el efecto de la novedad, es deseable añadir un mecanismo que permita agregar nuevos niveles que se adapten conforme a los jugadores vayan adquiriendo más destreza en cada una de las etapas del videojuego. Además, se sugiere cambiar la historia del juego (conservando las etapas de ejercicio y los mecanismos de colaboración), con el objetivo de crear escenarios de diferentes aventuras para mantener la motivación en los niños. El diseñar un marco de trabajo, que permita a usuarios con un nivel básico de programación, realizar más niveles o juegos, donde se reutilicen los componentes implementados pudiera ser una solución para facilitar la creación dinámica de contenidos.

En términos de implementación, por haber utilizado un sensado óptico indirecto, se requiere de calibración de acuerdo a las condiciones del ambiente para que el sensor Kinect detecte los eventos con precisión. Una opción para mejorar la precisión incluye el desarrollo de un mecanismo de calibración más exacto e intuitivo con respecto al desarrollado en la presente tesis. Otra opción es explorar otro tipo de tecnología como sensores de contacto, por ejemplo, sensores empotrados dentro de un tapete, para evaluar que tecnología es la más adecuada y factible de instalar.

Además, la instalación de un piso interactivo es compleja, por lo que se deben buscar otras soluciones ergonómicas u otra tecnología que facilite su instalación en cualquier momento y lugar.

Finalmente, “Las Reliquias del Explorador” funciona únicamente con la ubicación del usuario dentro del piso interactivo, por lo que se propone investigar, sensores y algoritmos que puedan sensar el movimiento de todo el cuerpo y determinen que movimiento específico está realizando cada uno de los jugadores.

En términos del estudio, a pesar que nuestros resultados muestran que el videojuego es adecuado para apoyar una sesión colaborativa de educación física; es necesario escalar el estudio a diferentes escuelas de preescolar, así como también realizar un estudio a largo plazo para evaluar el impacto del videojuego una vez que pasa el efecto de novedad, y su potencial de uso sostenido. Otro aspecto importante a estudiar es el potencial de este juego para apoyar a niños con problemas motrices. El diseño, de la presente tesis, está enfocado en niños que no tienen ningún problema de motricidad; sin embargo, al ser un videojuego que se enfoca en el desarrollo de habilidades motoras, es importante realizar un estudio con niños que presenten problemas de motricidad, y evaluar el impacto en el desarrollo de habilidades motoras.

## Lista de referencias

- Agmon, M., Perry, C. K., Phelan, E., Demiris, G., y Nguyen, H. Q. (2011). A pilot study of Wii Fit exergames to improve balance in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy (2001)*, 34(4), 161–7. doi:10.1519/JPT.0b013e3182191d98
- Bainbridge, E., Bevans, S., Keeley, B., y Oriel, K. (2011). The Effects of the Nintendo Wii Fit on Community-Dwelling Older Adults with Perceived Balance Deficits: A Pilot Study. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics*, 29(2), 126–135. doi:10.3109/02703181.2011.569053
- Bakeman, R. (1997). *Observing interaction: An introduction to sequential analysis*. Cambridge University Press.
- Beyer, H., y Holtzblatt, K. (1999). Contextual design. *Interactions*, 6(1), 32–42.
- Bogost, I. (2005). The rhetoric of exergaming. In *Proceedings of the Digital Arts and Cultures (DAC)*. Copenhagen.
- Castañer, M., Camerino, O., Parés, N., y Landry, P. (2011). Fostering Body Movement In Children Through An Exertion Interface As An Educational Tool. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28, 236–240. doi:10.1016/j.sbspro.2011.11.046
- Cibrian, F. L., Martínez-García, A. I., y Tentori, M. (2014). Hunting Relics: A Collaborative Exergame on an Interactive Floor for Children. In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication* (pp. 223-226). ACM
- Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte. (2012). *Activación física escolar*. Secretaría de Educación Pública.
- Consejo Nacional de Fomento Educativo. (2010). *Guía de psicomotricidad y educación física en la educación preescolar*. México, D. F.: Consejo Nacional de Fomento Educativo.
- Corbin, J., y Strauss, A. (2008). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory* (SAGE.).
- Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining gamification. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9 – 15). ACM.

- Ford, M., Wyeth, P., y Johnson, D. (2012). Self-determination theory as applied to the design of a software learning system using whole-body controls. In *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference* (pp. 4–7).
- Fowler, M. (2003). *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*. Reading: Addison-Wesley. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Gallahue, D. L., y Cleland-Donnelly, F. (2007). *Developmental physical education for all children*. Human Kinectics.
- Gerling, K., Fuchslocher, A., y Schmidt, R. (2011). Designing and evaluating casual health games for children and teenagers with cancer. *Entertainment Computing-ICEC 2011*, 6972, 198–209. doi:10.1007/978-3-642-24500-8\_21
- Gerling, K., Livingston, I., Nacke, L., y Mandryk, R. (2012). Full-body motion-based game interaction for older adults. In *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '12* (p. 1873). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/2207676.2208324
- Giraldo, J. (2005). *Juegos cooperativos. Jugar para que todos ganen*. Océano.
- Görgü, L., Campbell, A. G., McCusker, K., Dragone, M., O'Grady, M. J., O'Connor, N. E., y O'Hare, G. M. P. (2012). FreeGaming: Mobile, Collaborative, Adaptive and Augmented ExerGaming Categories and Subject Descriptors. *Mobile Information Systems*, 8(4), 287–301.
- Grabs, S. (2009). Hybrid interaction on interactive surfaces. In *Interactive Surfaces* (pp. 30–37).
- Grammenos, D., y Margetis, G. (2012). Paximadaki, the game: creating an advergaming for promoting traditional food products. In *Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference* (pp. 287–290). ACM.
- Grønabæk, K., Iversen, O., Kortbek, K., Nielsen, K., y Aagaard, L. (2007a). Interactive floor support for kinesthetic interaction in children learning environments. In *Human-Computer Interaction – INTERACT 2007* (pp. 361–375). Springer Berlin Heidelberg.
- Grønabæk, K., Iversen, O. S., Kortbek, K. J., Nielsen, K. R., y Aagaard, L. (2007b). IGameFloor: a platform for co-located collaborative games. In *Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (pp. 64–71). ACM.
- Gutiérrez, J., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, L., ... Hernández-Ávila, M. (2012). *Encuesta nacional de salud y nutrición 2012. Resultados Nacionales: Instituto Nacional de Salud Cuernavaca, México*.

- Heimsatz, A. F. M., Guillén, I. H., Salazar, J. M., Juárez, L. G. L., Valencia, C. N. G., y Platas, A. J. (2013). *Educación Física Primer grado*. (Secretaría de Educación Pública, Ed.). México, D. F.: Secretaría de Educación Pública.
- Holtzblatt, K., Wendell, J., y Wood, S. (2004). *Rapid contextual design: a how-to guide to key techniques for user-centered design*. Elsevier Inc.
- Höysniemi, J. (2006). International survey on the Dance Dance Revolution game. *Computers in Entertainment (CIE)*, 4(2), 1–30.
- IJsselsteijn, W., van den Hoogen, W., Klimmt, C., de Kort, Y., Lindley, C., Mathiak, K., ... Vorderer, P. (2008). Measuring the experience of digital game enjoyment. In *Proceedings of Measuring Behavior* (pp. 88–89).
- Juárez, A. G., y Mombiola, T. V. (2007). *Los videojuegos* (p. 124). Editorial UOC.
- Juul, J. (2012). *A casual Revolution: Reinventing Video Games and Their Players. A casual revolution* (pp. 1–25). The MIT Press.
- Landry, P., Minsky, J., Castañer, M., Camerino, O., Rodriguez-Arregui, R., Ormo, E., y Pares, N. (2013). Design strategy to stimulate a diversity of motor skills for an exergame addressed to children. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '13* (pp. 84–91). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/2485760.2485781
- Landry, P., Parés, N., Minsky, J., y Parés, R. (2012). Participatory design for exertion interfaces for children. In *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children* (p. 256). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/2307096.2307139
- Leo, K. H., y Tan, B. Y. (2010). User-tracking mobile floor projection virtual reality game system for paediatric gait & dynamic balance training. In *Proceedings of the 4th International Convention on Rehabilitation Engineering Assistive Technology* (pp. 25:1–25:4). Singapore Therapeutic, Assistive & Rehabilitative Technologies.
- Loprinzi, P. D., y Cardinal, B. J. (2011). Measuring Children's Physical Activity and Sedentary Behaviors. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 9(1), 15–23. doi:10.1016/S1728-869X(11)60002-6
- Lunt, P., y Livingstone, S. (1996). Rethinking the Focus Group in Media and Communications Research. *Journal of Communication*, 46(2), 79–98. doi:10.1111/j.1460-2466.1996.tb01475.x
- Maamar, H. R., Boukerche, A., y Petriu, E. M. (2012). 3-D Streaming Supplying Partner Protocols for Mobile Collaborative Exergaming for Health. *IEEE transactions on Information Technology in Biomedicine*, 16(6), 1079–1095.
- Martínez García, A. I., Tentori, M., y Rodríguez, M. (n.d.). *Aplicaciones Interactivas para la Salud*. AlfaOmega.

- McKenzie, T. L. (2002). The use of direct observation to assess physical activity. In *Physical activity assessments for health-related research* (pp. 179–195). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Montañez, A. F., Martínez, D. A. O., Álvarez, R. C., y Jiménez, J. G. M. (2013). *Juego y aprendo con mi material de preescolar. Tercer grado*. (SEP, Ed.). México, D. F.
- Monterrey Heimsatz, A. F., Uillén, I. H., Salazar, J. M., Juárez, L. G. L., Valencia, C. N. G., y Platas, A. J. (2010). *Educación Física Segundo grado*. México, D. F.: Secretaría de Educación Pública.
- Moreno, A., van Delden, R., Poppe, R., y Reidsma, D. (2013). Socially Aware Interactive Playgrounds. *Pervasive Computing, IEEE*, 12 (3), 40–47. doi:10.1109/MPRV.2013.40
- Mueller, F. “Floyd,” Darren Edge, F. V., Gibbs, M. R., Agamanolis, S., Bongers, B., y Sheridan, J. G. (2011). Designing sports: a framework for exertion games. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '11)* (pp. 2651–2660).
- OECD. (2012). Obesity Update 2012, 1–7.
- Park, T., Lee, U., Lee, B., Lee, H., y Son, S. (2013). ExerSync: facilitating interpersonal synchrony in social exergames. In *Proceedings of the 2013 conference on Computer supported cooperative work* (pp. 409–422). ACM.
- Peng, W., y Crouse, J. (2013). Playing in parallel: the effects of multiplayer modes in active video game on motivation and physical exertion. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 16(6), 423–7. doi:10.1089/cyber.2012.0384
- Poppe, R., Delden, R. Van, Moreno, A., y Reidsma, D. (2014). Interactive Playgrounds for Children. In A. Nijholt (Ed.), *Playful User Interfaces* (pp. 99–118). Singapore: Springer Singapore. doi:10.1007/978-981-4560-96-2
- Read, J. C., y MacFarlane, S. (2006). Using the fun toolkit and other survey methods to gather opinions in child computer interaction. *Proceeding of the 2006 Conference on Interaction Design and Children*, 81–88. doi:10.1145/1139073.1139096
- Ritterfeld, U., Cody, M. J., y Vorderer, P. (2009). *Serious Games: Mechanisms and Effects* (p. 530). Routledge.
- Secretaría de Educación Pública. (2010). *Guía de Activación Física Educación Primaria*. México, D. F.
- Secretaría de Educación Pública. (2010). *Guía de Activación Física. Educación Preescolar*. México, D. F.



- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programa de Estudio 2011. Guía para la educadora. Educación Básica Preescolar*. (SEP, Ed.).
- Secretaria de Salud. (2010). *Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad*.(SS, Ed.),
- Seif El-Nasr, M., Aghabeigi, B., Milam, D., Erfani, M., Lameman, B., Maygoli, H., y Mah, S. (2010). Understanding and evaluating cooperative games. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 253–262). ACM. doi:10.1145/1753326.1753363
- Sinclair, J., Hingston, P., y Masek, M. (2007). Considerations for the design of exergames. In *Proceedings of the 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia* (Vol. 1, pp. 289–296). Perth, Australia: ACM.
- Soler-Adillon, J., Ferrer, J., y Parés, N. (2009). A novel approach to interactive playgrounds: the interactive slide project. *Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children*, 131–139.
- Soler-Adillon, J., y Parés, N. (2009). Interactive slide: an interactive playground to promote physical activity and socialization of children. In *CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2407-2416). ACM.
- Sugarman, H., Weisel-Eichler, A., Burstin, A., y Brown, R. (2009). Use of the Wii Fit system for the treatment of balance problems in the elderly: A feasibility study. *2009 Virtual Rehabilitation International Conference*, 111–116. doi:10.1109/ICVR.2009.5174215
- Tetteroo, D., Reidsma, D., Dijk, B. Van, y Nijholt, A. (2012). Design of an interactive playground based on traditional children's play. In *Intelligent Technologies for Interactive Entertainment*, (pp. 129-138). Springer Berlin Heidelberg.
- UNICEF. (2004). *Desarrollo Psicosocial de los niños y las niñas*. Colombia. (UNICEF ed.)
- Visell, Y., Smith, S., y Cooperstock, J. R. (2013). Interacting with Augmented Floor Surfaces. In F. Steinicke, Y. Visell, J. Campos, y A. Lécuyer (Eds.), *In Human Walking in Virtual Environments* (Springer N., pp. 377–399). New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4419-8432-6
- Wyeth, P., Johnson, D., y Ziviani, J. (2013). Activity, motivation and games for young children. *Proceedings of The 9th Australasian Conference on Interactive Entertainment Matters of Life and Death - IE '13*, 1–3. doi:10.1145/2513002.2513025

Wyeth, P., Summerville, J., y Adkins, B. (2011). Stomp: an interactive platform for people with intellectual disabilities. In *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (pp. 51–59). ACM.

Zapata, O. A. (1997). *La psicomotricidad y el niño: etapa maternal y preescolar*. México: Trillas.

Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25–32. doi:10.1109/MC.2005.297

# Apéndice 1

## Protocolo de entrevista

### Preámbulo:

Hola buenos días, mi nombre es Franceli Linney Cibrian Robles, soy estudiante de maestría de ciencias de la computación del Centro de Investigación y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE). El objetivo de esta investigación es el desarrollo de tecnología utilizando superficies interactivas, para motivar a los niños pequeños de 4 a 6 años a realizar ejercicio. La presente entrevista tiene estrictos intereses de investigación y la información recopilada de entrevistas, cuestionarios y grabaciones serán de uso confidencial, el propósito de la entrevista no es evaluarlo, si no conocer las estrategias y ejercicios que motiven a los niños a realizar ejercicio.

La entrevista tomará alrededor de 60 min.

### Datos demográficos.

1. ¿Cuál es su nombre?
2. ¿Cuál es su profesión?
3. ¿Cuántos años tiene ejerciendo su profesión?
4. ¿En dónde trabaja ejerciendo esta profesión?

### Ejercicios

5. ¿Me podría describir los tipos de ejercicio físicos que son adecuados para los niños de tercer grado de preescolar?
6. ¿Cómo es conveniente realizarlo? ¿Por qué?
7. ¿Dónde es conveniente realizarlo?
8. ¿Qué beneficios ofrece realizar este tipo de ejercicios?
9. ¿Por cuánto tiempo es recomendable realizar estos ejercicios?
10. ¿Cuántas repeticiones son necesarias de cada ejercicio?
11. ¿Se pueden mezclar los ejercicios o deben realizarse de manera secuencial?
12. ¿De qué manera se mantiene a los niños ejercitándose sin excederse?
13. ¿Qué tipo de artefactos se pueden utilizar para realizar estos ejercicios?
14. ¿Cuál es el objetivo de utilizar los artefactos?
15. ¿Considera que son un motivante?, ¿Por qué?
16. ¿Cómo se puede medir el progreso de los niños?
17. ¿Qué tipo de ejercicios son convenientes realizar para la coordinación ojo-pie?
18. ¿Tiene sesiones de ejercicio físico con los niños?
  - a. CASO SI:
    - i. ¿De qué tipo son las sesiones de ejercicio físico?
    - ii. ¿Cómo son las sesiones de ejercicio físico?
    - iii. ¿Dónde se realizan las sesiones (Dentro o fuera del salón)?
    - iv. ¿Los ejercicios deben ser repetitivos o se pueden mezclar?
    - v. ¿Cuánto dura la sesión completa?
    - vi. ¿Cuánto dura cada ejercicio?
  - b. CASO NO:
    - i. ¿Por qué no?

### Colaboración

19. ¿Cómo fomenta la colaboración en los niños?
20. ¿A qué problemas se enfrenta cuando quiere que los niños colaboren?
21. ¿Qué estrategias utiliza para enfrentar estos problemas?
22. ¿Se realizan equipos para realizar alguna actividad?
  - a. CASO SI:
    - i. ¿Cómo organiza los equipos?
    - ii. ¿Por qué es importante realizar los equipos?
    - iii. ¿Qué ventajas/desventajas tiene realizar equipo?
  - b. CASO NO:
    - i. ¿Por qué no?
23. ¿Considera que a los niños los motiva/desmotiva trabajar en equipo? ¿De qué depende?
24. ¿Realiza ejercicios físicos que motiven la colaboración?

- a. CASO SI:
- i. ¿Qué tipos de ejercicios motivan la colaboración?
  - ii. ¿Durante la sesión de ejercicios, se realizan equipos?
    1. CASO SI:
      - a. ¿Qué tipo de ejercicios realizan en equipos?
      - b. ¿Qué problemas se enfrenta al realizar estos ejercicios?
      - c. ¿Qué estrategias utiliza para enfrentarlos?
      - d. ¿Cómo organiza los equipos?
      - e. ¿Por qué es importante realizar los equipos?
      - f. ¿Qué ventajas/desventajas tiene realizar ejercicios en equipo?
      - g. ¿Los ejercicios los realiza dentro o fuera del salón? ¿Por qué?
      - h. ¿Cuál es la diferencia entre los ejercicios dentro y fuera del salón?
    2. CASO NO:
      - a. ¿Por qué?
      - b. ¿Considera importante el realizar equipos?
      - c. ¿Qué tipo de ejercicios se pueden realizar en equipo?
      - d. ¿Qué ventajas/desventajas tiene realizar ejercicios en equipo?
- b. CASO NO:
- i. ¿Por qué?
  - ii. ¿Este tipo de ejercicios se realizan en otra clase con otro maestro?
  - iii. ¿Le gustaría realizarlos?

### Motivación e Incentivos

25. ¿A qué problemas se enfrenta para mantener la atención en los niños?
26. ¿Qué estrategia utiliza para enfrentar estos problemas?
27. ¿Cuál es el tiempo promedio de atención de un niño de esa edad?
28. ¿Utiliza alguna estrategia para motivar a los niños?
- a. CASO SI
- i. ¿Qué tipo de estrategia utiliza? Ejemplo
  - ii. ¿Por qué utiliza esa estrategia?
  - iii. ¿Cuándo utiliza ese tipo de estrategias?
  - iv. ¿Cómo sabe si la estrategia dio resultados?
  - v. ¿Las estrategias utilizadas son diferentes para niños y niñas? Ejemplo:
    1. CASO SI:
      - a. ¿Por qué son diferentes?
      - b. ¿Qué motiva más a los niños (y a las niñas)?
    2. CASO NO:
      - a. ¿Por qué?
- b. CASO NO
- i. ¿Por qué no utiliza alguna estrategia?
  - ii. ¿Le gustaría utilizar alguna estrategia?
29. Durante la sesión ¿utiliza algún tipo de incentivo?
- a. CASO SI
- i. ¿Qué tipo de incentivo utiliza?
  - ii. ¿Utiliza incentivos diferentes para niños y niñas?
  - iii. ¿De qué manera determina el tipo de incentivo?
  - iv. ¿Ayudan los incentivos a motivar a los niños para seguir realizando el ejercicio?
    1. CASO SI
      - a. ¿Por qué ayudan?
      - b. ¿Cuándo debe utilizar el incentivo?
      - c. ¿Cómo sabe que incentivo utilizar?
      - d. ¿Qué sucede si no utiliza el incentivo?
    2. CASO NO
      - a. ¿Por qué?
- b. CASO NO
- i. ¿Por qué?
  - ii. ¿Qué tipo de incentivos le gustaría utilizar?
  - iii. ¿Considera que los incentivos deben ser diferentes para niños y niñas?
  - iv. ¿Por qué?

30. ¿Considera que el aspecto social (los amigos) influyen en la motivación de los niños?
- CASO SI:
    - ¿Por qué?
    - ¿De qué manera?
  - CASO NO:
    - ¿Por qué?
31. ¿Qué otro aspecto es necesario considerar para mantener la atención y motivación de un niño al momento de ejercitarse?

### Tecnología

32. ¿Utiliza algún tipo de tecnología para impartir la clase?
- CASO SI:
    - ¿Qué tipo de tecnología?
    - ¿Para qué la utiliza?
    - ¿A qué problemas se enfrenta al utilizar la tecnología?
    - ¿Cuáles son las estrategias para enfrentar estos problemas?
    - ¿Qué tecnología le gustaría utilizar?
    - ¿Cómo la utilizan los niños?
    - ¿Qué aceptación tiene con los niños?
    - ¿Qué les llama más la atención de la tecnología a los niños?
    - ¿A qué problemas se enfrentan cuando utilizan la tecnología?
    - ¿Qué estrategias ha observado que utilizan los niños para resolver estos problemas?
  - CASO NO:
    - ¿Qué opina de utilizar tecnología?
    - ¿Si la pudiera utilizar, que le gustaría utilizar?
    - ¿Cómo cree que lo utilizaría?
    - ¿Cómo cree que la utilizan los niños?
33. ¿Conoce los videojuegos basados en movimiento (e.g. Wii, Kinect, Dance Dance Revolution)?
- CASO SI:
    - ¿Qué opina de ellos?
    - ¿Los considera útiles para ejercitarse?
    - ¿Cree que son apropiados para niños de preescolar? ¿Por qué?
    - ¿Qué cree que les haga falta?
    - ¿Cómo los mejoraría?
  - CASO NO:
    - ¿Le gustaría que los videojuegos se controlaran por el movimiento del cuerpo?
    - ¿Cómo se imagina que pudiera ser un videojuego controlado por el movimiento del cuerpo?

### Escenarios

34. Si se fuera a ofrecer un curso de verano, donde se tuviera un área pequeña (de 5 x 5), ¿qué tipos de ejercicios físicos recomendaría realizar?
35. ¿Cuál es el objetivo de los ejercicios?
36. Si se desea hacer un rally de ejercicios en un área de 5 x 5 ¿qué tipo de ejercicios recomendaría realizar?
37. ¿Qué tipos de ejercicios servirían como calentamiento, desarrollo de actividad y enfriamiento?
38. ¿Cuántas repeticiones deberá tener cada ejercicio?
39. ¿Los ejercicios se pueden mezclar unos con otros o deben realizarse de manera secuencial?
40. ¿Considera que sería motivantes para los niños?
41. ¿De qué manera se mantendrían atentos los niños?
42. ¿Qué considera que deberíamos tomar en cuenta para realizar este tipo de juegos?
43. ¿Me podría mencionar alguna sugerencia de algún tipo de video juego que se pueda utilizar para motivar a los niños?

## Apéndice 2

### Cuestionario inicial

1. Nombre:
2. Sexo
3. Edad
4. Estatura
5. Peso
6. IMC (Calculado)

### Clase de educación física

7. ¿Te gusta la clase de educación física? ¿Por qué?
  - a. Caso sí:
    - i. ¿Qué te gusta más?

### Juegos y colaboración

8. ¿Cuál es tu juego favorito? ¿Por qué?
9. ¿Te gusta jugar solo o acompañado? ¿Por qué?
  - a. Caso acompañado:
    - i. ¿Con quién te gusta jugar más?
10. ¿Hay juegos que te gusta jugar sólo? ¿Por qué?
11. ¿Hay juegos que te gusta jugar acompañado? ¿Por qué? ¿Con quién?
12. ¿Te gusta hacer actividades sólo? ¿Por qué? ¿Cuáles?
13. ¿Te gusta hacer actividades acompañado? ¿Por qué? ¿Cuáles?

### Videojuegos

14. ¿Juegas videojuegos?
  - a. Caso sí:
    - i. ¿Dónde juegas videojuegos?



1. ¿Qué juego juegas?
2. ¿Cómo lo juegas?
3. ¿Te gusta jugar sólo o acompañado?
  - a. Caso acompañado:
    - i. ¿Con quién te gusta jugar?
  - ii. ¿Cuál te gusta más? ¿Por qué?



- iii. ¿Te gusta jugar sólo o acompañado? ¿Por qué?
  1. Caso acompañado:
    - a. ¿Con quién te gusta jugar?
  - b. Caso no:
    - i. ¿Por qué?
    - ii. ¿Te gustaría jugarlos?

## Apéndice 3

### Esquemas de codificación

<b>Ejercicio: OSMOS</b>			
<b>Criterio</b>	<b>Significado</b>	<b>Explicación</b>	<b>Ejemplo</b>
Estabilidad	Estabilidad de soporte	Habilidades motrices que permiten mantener el equilibrio corporal sobre uno o varios puntos de apoyo del cuerpo sin producir locomoción (ej. equilibrio)	Equilibrio
	Estabilidad axial	Habilidades motrices que permiten los ejes y planos corporales desde un punto fijo sin producir locomoción (ej. Giros)	Giros
Saltos	Estabilidad de detén	Habilidades motrices que permiten proyectar cuerpo elevándolo en el espacio y sin producir locomoción (ej. Saltos)	Saltos
Locomoción	Locomoción de reequilibrio secuencial	Habilidades motrices que permiten recorrer un espacio mediante la secuencia de acciones prioritaria de los segmentos del tren inferior del cuerpo bipedestación o del tren superior en inversión	Caminar /correr
	Locomoción de coordinación simultánea	Habilidades motrices que permiten recorrer un espacio mediante la acción combinada de todos los segmentos corporales	Gatear,
Manipulación	Manipulación de impacto	Habilidades motrices en que determinadas zonas corporales conectar con objetos o personas de manera breve	Pisar
Espacio	Cambios de nivel espacial	Cambios entre los diferentes niveles espacial de bajo a alto	Levantarse
	Cambios de nivel espacial	Cambio entre los diferentes niveles espacial de alto a bajo	Agacharse

<b>Colaboración: CPM</b>			
<b>Criterio</b>	<b>Significado</b>	<b>Explicación</b>	<b>Ejemplo</b>
Mecanismo de colaboración	Turnos	Un niño realiza la actividad mientras otro espera	Cruzar el Puente
	División de tareas	Todos los niños participan en el juego	Pisar bichos
	Juntos	Los niños realizan la actividad al mismo tiempo	Cruzar la cuerdas
Parámetros	Reírse juntos	Ríen al mismo tiempo debido a un evento específico; Expresan verbalmente que les gustó el juego.	
	Trabajar en estrategias	Hablar sobre cómo usar los mecanismos del juego; dividir la zona de juegos para diferentes partes con el fin de dividir y vencerás;	Ponerse de acuerdo
	Estrategias globales	Tomar diferentes roles para complementar a otros.	Cambiar de turno
	Ayuda	Hablar unos con otros sobre la manera correcta de pasar un obstáculo	Ayuda a un jugador
	Problemas de colaboración	Cuando un jugador quiere hacer una acción y otro jugador no lo permite.	No dejar que un niño realice el ejercicio
	Con ayuda de la maestra	La maestra interviene para resolver un conflicto	

## Apéndice 4

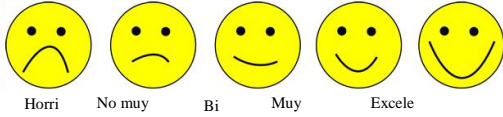
### Questionarios

#### FUNTOOLKIT

Nombre:

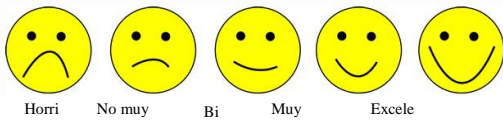
(Antes de la actividad)

¿Cómo crees que será la actividad?



(Después de la actividad)

¿Cómo fue la actividad?



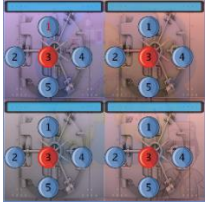
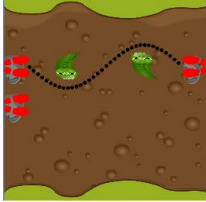

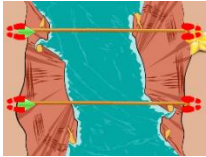
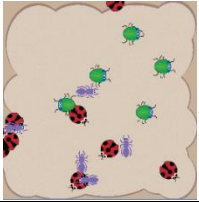

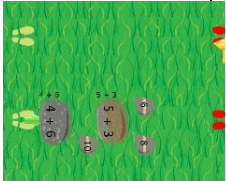

¿De qué trató la actividad?













Ordena las tarjetas del 1 al 4 de acuerdo a lo indicado

Me gusta más								
Más divertido								
Más fácil								
Más bonito								
Regalo								

¿Lo volverías a jugar?

	Sí	Tal vez	No		Sí	Tal vez	No
<b>Caja fuerte</b> 				<b>Zigzag</b> 			
<b>Puente</b> 				<b>Cuerdas</b> 			
<b>Bichos</b> 				<b>Colorear</b> 			
<b>Sumas</b> 				<b>Respirar</b> 			

Ordena las tarjetas con 1 y 2

Me gusta más		
Más divertido		
Más fácil		
Más bonito		
Prefiero recibir de regalo de cumpleaños		

¿Te gustaría jugarlo de nuevo?

	Sí	Tal vez	No
Circuito de ejercicios 			
Las reliquias del explorador 			

**GEG.****Núcleo del juego**

Por favor indique como cree se sintieron los niños de acuerdo a la siguiente escala.

De ningún modo	Ligeramente	Moderadamente	Bastante	Extremadamente
0	1	2	3	4
< >	< >	< >	< >	< >

1	Los niños se sintieron contentos	
2	Los niños se sintieron con habilidades	
3	Los niños se interesaron en la historia	
4	Pienso que fue divertido	
5	Los niños estuvieron completamente ocupados en con juego	
6	Los niños se sintieron felices	
7	Los niños se pusieron de mal humor	
8	Los niños se sintieron cansados	
9	Los niños se sintieron competentes	
10	Pienso que fue difícil	
11	Fue estéticamente agradable	
12	Los niños se olvidaron de lo que había alrededor	
13	Los niños se sintieron bien	
14	Los niños se sintieron bien del todo	
15	Los niños se aburrieron	
16	Los niños se sintieron exitosos	
17	Los niños se sintieron imaginativos	
18	Los niños sintieron que podían explorar cosas	
19	Los niños lo disfrutaron	
20	Los niños fueron rápidos en entender los objetivos del juego	
21	Los niños se sintieron molestos	
22	Los niños se sintieron presionados	
23	Los niños se sintieron irritables	
24	Los niños perdieron la noción del tiempo	
25	Los niños se sintieron desafiados	
26	Los niños lo encontraron impresionante	
27	Los niños estuvieron profundamente concentrados en el juego	
28	Los niños se sintieron frustrados	
29	Los niños lo sintieron como una rica experiencia	
30	Los niños perdieron la conexión con el mundo exterior	
31	Los niños sintieron presión del tiempo	
32	Los niños pusieron mucho esfuerzo en el	

## Aspecto social

1	Los niños se sintieron identificados con los otros niños	
2	Las acciones de los niños dependían de las de otros niños	
3	Los niños se sintieron conectados entre ellos	
4	Los niños se prestaban atención entre ellos	
5	Los niños se sintieron celosos	
6	Los niños encontraron agradable estar con otros	
7	Cuando un niño estaba feliz los otros también	
8	Lo niños influían en el estado de ánimo de los otros	
9	Los niños se admiraban	
10	Lo que los otros niños hacían afecta a lo que uno hacía	
11	Los niños se sintieron vengativos	
12	Los niños se sintieron alegría del mal ajeno (placer malicioso)	

## Post-juego

1	Los niños se sintieron reanimados	
2	Los niños se sintieron mal	
3	A los niños les pareció difícil volver a la realidad	
4	Los niños se sintieron culpables	
5	Los niños se sintieron como una Victoria	
6	Los niños sintieron que fue pérdida de tiempo	
7	Los niños se sintieron energizados	
8	Los niños se sintieron satisfechos	
9	Los niños se sintieron desorientados	
10	Los niños se sintieron exhaustos	
11	Los niños sintieron que podrían haber hecho cosas más útiles	
12	Los niños se sintieron poderosos	
13	Los niños se sintieron cansados	
14	Los niños sintieron remordimiento	
15	Los niños se sintieron apenados	
16	Los niños se sintieron orgullosos	
17	Los niños tuvieron la sensación de que habían regresado de un viaje	