

**Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, Baja California**



**Maestría en Ciencias
en Ciencias de la Computación**

**Superficies flexibles para fomentar el juego cooperativo en
niños de preescolar**

Tesis

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

Presenta:

Esthela Vianey Vázquez Medina

Ensenada, Baja California, México
2017

Tesis defendida por

Esthela Vianey Vázquez Medina

y aprobada por el siguiente Comité

Dra. Mónica Elizabeth Tentori Espinosa
Director de tesis

Dr. Jesús Favela Vara

Dra. Beatriz Cordero Esquivel



Dr. Jesús Favela Vara

Coordinador del Posgrado en Ciencias de la Computación

Dra. Rufina Hernández Martínez
Directora de Estudios de Posgrado

Esthela Vianey Vázquez Medina © 2017

Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor y director de la tesis.

Resumen de la tesis que presenta **Esthela Vianey Vázquez Medina** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ciencias de la Computación.

Superficies flexibles para fomentar el juego cooperativo en niños de preescolar

Resumen aprobado por:

Dra. Mónica Elizabeth Tentori Espinosa
Director de tesis

La práctica de juego cooperativo comienza en la edad preescolar, a partir de los 4 años. Practicar juego cooperativo ayuda a los niños en edad preescolar (preescolares) a reducir su agresividad y estar más dispuestos a colaborar. La práctica de actividades cooperativas, puede enseñar a los preescolares a ser más tolerantes, atentos y respetuosos con los demás. Las maestras de preescolar utilizan el trabajo en equipo como principal estrategia para fomentar el juego cooperativo entre sus alumnos. Sin embargo, los preescolares tienen dificultades para aprender a trabajar juntos. Actualmente, existen superficies interactivas cooperativas para niños que se enfocan en mejorar sus habilidades de creatividad y socialización. Sin embargo, poco se ha explorado el uso de superficies interactivas para promover el juego cooperativo en preescolares; menos aún, se ha estudiado el uso de superficies interactivas flexibles. Música Flexible es una tela interactiva desarrollada en CICESE que permite crear música a los preescolares. Un estudio exploratorio de su uso en salones de preescolar indica que puede promover la socialización entre preescolares. Sin embargo, no implementa mecanismos para juego cooperativo. En esta tesis se describe el diseño, implementación y evaluación de una tela interactiva para fomentar, explícitamente, el juego cooperativo en preescolares llamada Estrellitas Elásticas. Durante el diseño de Estrellitas Elásticas se siguió una metodología centrada en el usuario. Para interactuar con Estrellitas Elásticas, los preescolares usan un guante con una lámpara de color. El color se utiliza para inferir la identidad del niño. Durante el juego, los preescolares realizan las actividades del juego cooperativo, como trabajar juntos y tomar turnos, mientras acompañan a dos pequeños astronautas durante su viaje por el espacio. Se realizó una evaluación de Estrellitas Elásticas con treinta preescolares y cuatro maestras de preescolar durante tres semanas. Durante la evaluación, los preescolares tuvieron sesiones de juego en equipo con Estrellitas Elásticas y al terminar contestaron cuestionarios sobre experiencia de juego. Los resultados de esta evaluación indican que Estrellitas Elásticas fomenta el juego cooperativo entre los preescolares, además de resultarles un juego divertido y entretenido. Las maestras de preescolar encontraron a Estrellitas Elásticas como una opción para su material didáctico. Como trabajo a futuro se propone, entre otras cosas, el desarrollo de una segunda versión de Estrellitas Elásticas que incluya más actividades y temáticas de juego.

Palabras clave: Superficies interactivas, superficies flexibles, juego cooperativo, preescolares.

Abstract of the thesis presented by **Esthela Vianey Vázquez Medina** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Computer Science.

Flexible surfaces to promote cooperative play in preschoolers

Abstract approved by:

PhD. Mónica Elizabeth Tentori Espinosa
Thesis Director

The practice of cooperative play begins at the preschool, starting at age 4. Practicing cooperative play, preschoolers can reduce their aggressiveness and be more willing to collaborate. The practice of cooperative activities, can teach preschoolers to be more tolerant, attentive and respectful of others. Preschool teachers use teamwork as the main strategy to encourage cooperative play among their students. However, preschoolers find difficult learn how to work together. Nowadays, there are cooperative interactive surfaces for children that focus on improving their creativity and socialization skills. However, there have been few studies on the use of interactive surfaces to promote cooperative play in preschoolers, even less research about the implementation of flexible interactive surfaces. Bendable Sound is a fabric-based interactive surface developed at CICESE that allows preschoolers to create music. An exploratory study of its use in preschool classrooms indicates that Bendable Sound can promote socialization. However, the surface does not implement cooperative play mechanisms. This thesis describes the design, implementation and evaluation of a fabric-based interactive surface to encourage explicitly cooperative play in preschoolers called Estrellitas Elásticas. Preschoolers wear a glove with a color lamp to interact with Estrellitas Elásticas. The color in lamps facilitates inferring the identity of the child. Preschoolers perform cooperative play activities, like working together and taking turns, while accompanying two little astronauts during their journey through space. The evaluation of Estrellitas Elásticas for three weeks included thirty preschoolers and four preschool teachers. In the evaluation, preschoolers had team play sessions with Estrellitas Elásticas and they completed game experience questionnaires. The results of this evaluation indicate that Estrellitas Elásticas promotes cooperative play among preschoolers, as well as being a fun and entertaining game. Preschool teachers find Estrellitas Elásticas like a good option for their teaching material. As future work, we propose, among other things, the development of a second version of Estrellitas Elásticas with more activities and game themes.

Keywords: Interactive surfaces, flexible surfaces, cooperative play, preschoolers.

Dedicatoria

*A mi esposo,
mi más grande apoyo.*

*A mis padres,
mis mejores maestros.*

Agradecimientos

A Luis Carlos. Gracias por todo tu amor. Por ser la persona que siempre estuvo a mi lado, llenándome de amor, ánimo y fortaleza para seguir día a día. Por la paciencia y los ánimos que me diste en todo momento, y que me ayudaron a culminar esta etapa de nuestras vidas.

A mis padres, que me apoyaron en todo momento en esta decisión de realizar una maestría. Gracias por confiar en mí y por estar conmigo siempre, a pesar de la distancia.

A mi directora de tesis, la Dra. Mónica Tentori por sus consejos y enseñanzas durante la realización de este proyecto de investigación. Pero sobretudo, por el apoyo y la agradable convivencia que hicieron de mi estancia en CICESE una experiencia única.

A los miembros de mi comité, Dr. Jesus Favela y Dra. Beatriz Cordero. Gracias por su guía y enseñanzas durante este trabajo de investigación. Por sus sugerencias, comentarios y correcciones, que fueron muy valiosos y ayudaron a mejorar este trabajo.

A Linney y Oscar. Gracias por ayudarme desde el inicio y durante el proceso de este trabajo de investigación. Por su disposición para ayudarme a resolver mis dudas y compartir sus conocimientos.

A mis compañeros de generación. Gracias por las reuniones y momentos de diversión, que siempre me hicieron olvidar un poco el estrés y las presiones del momento.

A mis compañeros y amigos: Hugo, Judith, Selene, Julio, Antonio, David y Roberto. Gracias por la convivencia y las pláticas durante la comida, siempre fueron momentos de risa y relajación que hacían más ligero el día a día.

Finalmente, gracias a CICESE y a CONACYT por la oportunidad de estudiar un posgrado y por el apoyo económico que hizo posible la realización de mis estudios de maestría.

Tabla de contenido

Página	
Resumen en español.....	ii
Resumen en inglés.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de figuras.....	ix
Lista de tablas.....	xii

Capítulo 1. Introducción

1.1 El niño y el juego cooperativo.....	1
1.2 Estrategias de cooperación en preescolar.....	2
1.3 Mecanismos para juego cooperativo en videojuegos.....	4
1.4 Superficies interactivas como apoyo del desarrollo infantil.....	4
1.5 Planteamiento del problema.....	6
1.6 Preguntas de investigación.....	7
1.7 Objetivos.....	8
1.8 Metodología.....	8

Capítulo 2. Trabajo relacionado

2.1 Superficies interactivas para niños.....	11
2.1.1 Superficies interactivas: Individuales.....	11
2.1.2 Superficies interactivas: Cooperativas.....	14
2.2 Superficies interactivas deformables.....	21

Capítulo 3. Diseño y desarrollo de Estrellitas Elásticas

3.1 Estudio contextual.....	24
3.1.1 Colección de datos.....	24
3.1.2 Análisis de datos.....	25
3.2 Sesiones de diseño.....	25
3.2.1 Sesión 1: Presentación del prototipo y primeras ideas.....	26
3.2.2 Sesión 2: Alternativas de prototipos de baja fidelidad.....	27
3.2.3 Sesión 3: Especificación de las alternativas.....	29

3.2.4 Sesión 4: Especificación del prototipo final.....	31
3.2.5 Sesión 5: Definición de las indicaciones de juego.....	32
3.2.6 Sesión 6: Retroalimentación y confirmación del prototipo.....	32
3.2.7 Sesión 7: Definición de las variaciones para las constelaciones.....	33
3.3 Diseño de Estrellitas Elásticas.....	34
3.3.1 Mecanismos para juego cooperativo en Estrellitas Elásticas.....	34
3.3.2 Niveles del juego.....	35
3.3.3 Escenario de uso.....	38
3.4 Implementación de Estrellitas Elásticas.....	40
3.4.1 Arquitectura del sistema.....	40
3.4.2 Detección de las interacciones.....	41
3.5 Conclusiones.....	44

Capítulo 4. Evaluación de Estrellitas Elásticas

4.1 Objetivos.....	46
4.2 Diseño del estudio.....	46
4.2.1 Prueba piloto.....	46
4.2.2 Reclutamiento y características de los participantes.....	48
4.2.3 Paradigma de diseño y condiciones del experimento.....	49
4.2.4 Hipótesis.....	50
4.2.5 Instalación de Estrellitas Elásticas.....	50
4.3 Desarrollo del estudio.....	52
4.3.1 Procedimientos de control.....	52
4.3.2 Descripción de las participaciones de los preescolares.....	53
4.3.3 Colección de datos.....	54
4.4 Análisis de datos.....	56
4.4.1 Pruebas estadísticas.....	57
4.5 Resultados y discusión.....	58
4.5.1 Uso y adopción.....	58
4.5.2 Juego cooperativo.....	63
4.6 Conclusiones.....	69

Capítulo 5. Conclusiones

5.1 Conclusiones..... 72
5.2 Aportaciones..... 72
5.3 Limitaciones y recomendaciones..... 73
5.4 Trabajo futuro..... 74

Literatura citada..... 75

Anexos..... 79

Lista de figuras

Figura		Página
1	Preescolares interactuando con Música Flexible.....	6
2	Metodología de diseño utilizada en CICESE.....	9
3	Vuzik. Bosquejo del uso de Vuzik (izquierda). Paletas usadas para interactuar con Vuzik (centro). Captura de pantalla después de utilizar Vuzik (derecha).....	12
4	Draw Your Story. Boceto en papel, para ser agregado en el dibujo digital (izquierda). Dibujo digital que incluye el boceto en papel (derecha).....	13
5	Niño jugando con Hop Hop Frog (izquierda). Niña jugando con Bubble Pop (derecha).	13
6	Niños jugando TellTable.....	15
7	Dos niños jugando con Space Ship Game (izquierda). Naves espaciales con referencias en la parte inferior (derecha).....	15
8	Juego Trap-a-Turtle en el piso interactivo Stomp (izquierda). Niños jugando Sheep Herding en el piso interactivo Stomp (derecha).....	16
9	Niños de primaria jugando con iGameFloor.....	17
10	Cuatro niños jugando con KORC.....	18
11	SIDES. Bosquejo de la interfaz (izquierda). Implementación en la mesa interactiva (centro). Adolescentes jugando con SIDES (derecha).....	19
12	Niños de preescolar jugando con el piso interactivo Hunting Relics.	19
13	Participante manipulando una membrana de látex para crear frecuencias de sonido.	22
14	Instalación y uso de Firewall.....	22
15	Niños deslizándose y jugando VirtualMosaic en InteractiveSlide.....	23
16	Maestras de preescolar durante la primera sesión de diseño participativo.....	27
17	Maestras de preescolar durante la segunda sesión de diseño participativo.....	28
18	Prototipos de baja fidelidad. a) Dibujar en grupo. b) Recorridos para buscar tesoro. c) Unir los puntos de un dibujo. d) Igualar cantidades en grupo. e) Armar rompecabezas en equipo.....	29
19	Especificación de la alternativa “Igualar cantidades en grupo”.....	30
20	Especificación de la alternativa “Unir los puntos de un dibujo”.....	31

21	Constelaciones propuestas para niveles 3 y 4.....	33
22	Nivel 1. a) Astronautas dando la bienvenida a los preescolares. b) Tres estrellas que aparecen de manera aleatoria. c) Tres niños coloreando el espacio con la estrella que eligieron. d) Astronautas agradeciendo a los preescolares por su ayuda.....	36
23	Nivel 2. a) Estrellas blancas y una estrella iluminada para que un preescolar la presione. b) Dos estrellas y c) tres estrellas iluminadas para que preescolares correspondientes las presionen simultáneamente. d) Astronautas agradeciendo a los preescolares por ayudarles a iluminar todas las estrellas blancas.....	36
24	Nivel 3. a) 12 estrellas para que formen una constelación. b) Tres estrellas iluminadas para que tres preescolares las presionen simultáneamente. c) Mitad de la constelación formada, dos estrellas iluminadas para que dos preescolares las presionen simultáneamente. d) Constelación formada completamente.....	37
25	Nivel 4. a) Constelación formada, las estrellas coloreadas en su contorno. b) Primera estrella iluminada al ser presionada por un preescolar. c) Nueve estrellas de la constelación iluminadas por los preescolares. d) Astronautas agradeciendo a los preescolares por ayudarles a colorear la constelación.....	38
26	Diagrama de despliegue de Estrellitas Elásticas.....	40
27	Configuración de los componentes físicos de la instalación de Estrellitas Elásticas.....	41
28	Aplicación para la detección de las interacciones (izquierda). Lámparas de colores utilizadas por los preescolares (derecha).....	42
29	Proceso para la detección e identificación de las interacciones sobre la tela interactiva.....	43
30	Aplicación para la calibración de Estrellitas Elásticas. Vista en la tela (izquierda). Vista en el monitor (derecha).....	44
31	Niños jugando con Estrellitas Elásticas usando la lamparita con sus manos (izquierda). Guantes con lamparita de color integrada.....	48
32	Configuraciones para el funcionamiento de Estrellitas Elásticas. Medición de lux (izquierda) Configuración de la cámara web (derecha).....	51
33	Instalación de Estrellitas Elásticas.....	51
34	Equipo y componentes de hardware de Estrellitas Elásticas.....	52
35	Preescolares jugando con Estrellitas Elásticas con Cooperación Explícita. Coloreando el espacio (izquierda). Iluminando estrellas (derecha).....	52
36	Preescolares jugando con Estrellitas Elásticas con Cooperación Explícita. Iluminando estrellas (izquierda). Formando constelaciones (derecha).....	54
37	Esquema de codificación utilizado para el análisis de los videos.....	57

38	Gráfica de los resultados del cuestionario sobre experiencia de juego de las dos condiciones. Cooperación Explícita (izquierda). Cooperación Implícita (derecha).....	59
39	Gráfica de los resultados de Sorteo Divertido por nivel del juego. Cooperación Explícita (arriba). Cooperación Implícita (abajo).....	60
40	Gráfica de la comparación de las reacciones individuales de los preescolares por condición del estudio.....	61
41	Gráfica de la comparación de la duración de las sesiones de juego por condición del estudio. Cooperación Explícita (izquierda). Cooperación Implícita (derecha).....	62
42	Gráfica de comparación del número de eventos de CPMs por condición de estudio...	64
43	Gráfica del número de eventos 'Interferirse' en Estrellitas Elásticas con Cooperación Explícita por participante y equipo.....	66
44	Gráfica de la comparación del tiempo de cooperación en las sesiones por condición del estudio. Cooperación Explícita (izquierda). Cooperación Implícita (derecha).....	67
45	Gráfica de la comparación de la participación de los preescolares en las sesiones de juego. Cooperación Explícita (izquierda). Cooperación Implícita (derecha).....	68

Lista de tablas

Tabla		Página
1	Categorización de videojuegos según los mecanismos para juego cooperativo que incluyen.....	4
2	Características destacadas de las superficies interactivas para juego cooperativo presentadas.....	21
3	Detalle de las sesiones realizadas durante el proceso de diseño.....	26
4	Detalle de la escala de complejidad en los niveles de juego de Estrellitas Elásticas.....	35
5	Orden de participación de los niños en la prueba piloto.....	47
6	Participantes de entrevistas semi-estructuradas.....	48
7	Información demográfica de los participantes de la evaluación.....	49
8	Orden de la participación de equipos para las dos condiciones del estudio.....	53
9	Resultados comparativos de las condiciones del estudio con respecto a la duración de las sesiones de juego.....	63
10	Resultados comparativos de las condiciones del estudio con respecto a las Métricas de Desempeño Cooperativo.....	65

Capítulo 1. Introducción

1.1 El niño y el juego cooperativo

Jugar es importante para el desarrollo apropiado (Fox, 1996) de los niños en edad preescolar (preescolares¹); ya que les permite usar la creatividad mientras desarrollan sus habilidades físicas, cognitivas, y emocionales (Ginsburg, 2007). El juego es una parte esencial para el ambiente académico, ya que garantiza que se promueva tanto el desarrollo social como el cognitivo (Ginsburg, 2007). Algunos proyectos de investigación señalan que un ambiente que permite explorar, descubrir y jugar, es mejor para el aprendizaje de los preescolares (Fox, 1996).

En la literatura se han propuesto diferentes categorías para las etapas y tipos de juego. Las etapas del juego en los niños se dividen en: solitario, paralelo, asociativo y cooperativo (Parten, 1932). Parten (Parten, 1932) definió que los niños cumplen las etapas del juego conforme van creciendo y desarrollándose. La práctica de juego cooperativo comienza en la edad preescolar, a partir de los 4 años (Parten, 1932). En el juego cooperativo, los preescolares se organizan en grupos y trabajan en equipo para lograr objetivos o tareas específicas. Para ello, los preescolares deben tener desarrollada su capacidad de organización y un mayor grado de madurez social.

Practicar juegos cooperativos ayuda a los preescolares a reducir su agresividad y estar más dispuestos a colaborar (Bay-Hinitz, Peterson, y Quilitch, 1994). Fomentar la práctica de actividades cooperativas, desde una edad temprana, puede enseñar a los preescolares a ser más tolerantes, atentos y respetuosos con los demás, y a aumentar sus probabilidades de colaborar con otros individuos en su vida cotidiana (Bay-Hinitz et al., 1994; UNICEF, 2004). Sin embargo, los niños de preescolar tienen dificultades para aprender a trabajar juntos.

¹ **Preescolares:** Niños entre 4 y 5 años de edad que llamaré preescolares en el resto del documento por simplicidad en la lectura.

1.2 Estrategias de cooperación en preescolar

El hecho de que dos preescolares trabajen juntos para resolver un problema contribuye a su desarrollo cognitivo. Por esta razón, en muchos salones de preescolar, las maestras promueven las interacciones y la cooperación entre sus alumnos durante las actividades diarias (Slavin, 1987).

En la educación preescolar, el desarrollo personal, social y emocional de los preescolares es uno de los campos formativos que se incluyen en el programa de estudio (California Department of Education, 2015; Secretaría de Educación Pública, 2011). Por ejemplo, el programa preescolar de México (Secretaría de Educación Pública, 2011) incluye seis campos formativos: 'Lenguaje y comunicación', 'Pensamiento matemático', 'Exploración y conocimiento del mundo', 'Desarrollo físico y salud', 'Desarrollo personal y social' y 'Expresión y apreciación artística'. El campo formativo de 'Desarrollo personal y social', se enfoca en el desarrollo de capacidades verbales y de control, creación de estrategias para solución de conflictos y disposiciones para cooperación, así como, empatía y participación en grupo. En cuanto a relaciones interpersonales y actividades cooperativas, el programa de estudio incluye el siguiente aprendizaje en los preescolares:

- Establecer relaciones positivas con otros, basadas en la aceptación y empatía.
- Identificar la importancia de la cooperación de todos en una tarea compartida.
- Desempeñar roles y asumir responsabilidades en tareas individuales y colectivas.
- Actuar conforme a los valores de cooperación, respeto y tolerancia.
- Aceptar las normas de convivencia y comportamiento basadas en equidad y respeto.

Por su parte el DRDP², un instrumento para la evaluación formativa del desarrollo de los preescolares, establecido por el Departamento de Educación de California (California Department of Education, 2015), incluye ocho dominios o campos formativos. Uno de ellos es el 'Desarrollo social y emocional', que evalúa las habilidades de los preescolares para entender e interactuar con los demás, y establecer relaciones positivas con los adultos y sus compañeros. El DRDP establece que los preescolares deben de desarrollar habilidades para juego y lograr interacciones sociales con sus compañeros de la siguiente manera:

- Iniciar o participar en episodios breves y/o extensos de juego cooperativo con uno o dos compañeros, en especial con aquellos compañeros con los que se juega regularmente. Por ejemplo: tomar turnos

² DRDP: Desired Results Developmental Profile

con sus compañeros para utilizar los materiales de juego, o construir un tren mientras los preescolares toman turnos con sus compañeros para colocar las piezas.

- Organizar o participar en la planeación de actividades de juego cooperativo, con varios compañeros. Por ejemplo: simular una conversación telefónica para organizar un viaje, invitar a sus amigos a construir una granja para sus animales de juguete, u organizarse al final para guardar y acomodar los juguetes.
- Involucrarse en juegos con sus compañeros, organizando y negociando roles o reglas sobre la idea del juego compartido. Por ejemplo: ofrecer o contribuir con nuevas piezas u objetos para la construcción de fuertes o granjas, o planear cómo construir un barco con sus compañeros eligiendo materiales para construcción y negociando las tareas que les corresponden.

La cooperación que los preescolares experimentan cuando trabajan juntos para resolver un problema, puede mejorar su entendimiento y aprendizaje, y contribuir a su desarrollo cognitivo. En muchos salones de preescolar, las maestras promueven la cooperación para enseñar a sus alumnos a guiar y asistir a otros compañeros a completar sus tareas académicas trabajando en conjunto (Slavin, 1987).

Las maestras de preescolar agrupan a sus alumnos en equipos de trabajo como estrategia para fomentar la práctica de juego cooperativo. Esta estrategia de creación de equipos de trabajo es la más utilizada dentro de sus salones de clases. Las maestras indican a los preescolares el objetivo de alguna actividad y todos los integrantes del equipo deben cooperar e interactuar entre ellos para alcanzar su objetivo. Es importante que, al finalizar la actividad, las maestras comenten con los preescolares la importancia del trabajo que hicieron en equipo para lograr el objetivo.

En la literatura existen proyectos de investigación sobre cómo el entorno puede influenciar en las interacciones entre los preescolares. Algunos de estos proyectos de investigación estudian el acomodo y diseño del mobiliario dentro del salón de clases. Por ejemplo, se ha estudiado cómo el diseño o tema de decoración del salón puede promover comportamientos de juego cooperativo (Petrakos y Howe, 1996). Se encontró que se puede propiciar que los preescolares jueguen en grupo y de forma cooperativa, si los diseños de la decoración del salón y materiales de juego pueden compartirlos con sus compañeros (e.g., espacio para dos en el tren). También influye si el tema de decoración motiva a los preescolares a jugar desempeñando roles complementarios (e.g., cajero y comprador).

1.3 Mecanismos para Juego Cooperativo en Videojuegos

Existen muchos videojuegos comerciales que se enfocan en promover las interacciones de los jugadores de manera cooperativa. En algunos proyectos de investigación (Rocha, Mascarenhas, y Prada, 2008; Seif El-Nasr et al., 2010), se estudia el diseño de videojuegos y juegos interactivos con el objetivo de identificar y clasificar los patrones de diseño y mecanismos que más se utilizan en los videojuegos cooperativos más comunes.

Los patrones de diseño que se identificaron en la literatura (Rocha et al., 2008; Seif El-Nasr et al., 2010) se pueden categorizar en cuatro ‘mecanismos para juego cooperativo’ (Tabla 1). Estos mecanismos de juego cooperativo comúnmente se incluyen en videojuegos y juegos interactivos cooperativos comerciales.

Tabla 1 Categorización de videojuegos según los mecanismos para juego cooperativo que incluyen.

Mecanismo para Juego Cooperativo	Videojuego / Juego interactivo	Mecanismo para Juego Cooperativo	Videojuego / Juego interactivo
Tomar Turnos	<ul style="list-style-type: none"> • Lego Star Wars • Team Fortress 2 • Geometry Friends 	Trabajar Juntos	<ul style="list-style-type: none"> • Geometry Friends • Lego Star Wars • Little Big Planet • World of Warcraft • Team Fortress 2
Dividir Tareas	<ul style="list-style-type: none"> • Geometry Friends • World of Warcraft • Team Fortress 2 • Mario Galaxy • Kameo 	Compartir Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Little Big Planet • Geometry Friends • Lego Star Wars • Mario Galaxy • Kameo

En general, en la literatura se identificaron los principales mecanismos que se deben implementar en videojuegos o juegos interactivos, cuando se quiere fomentar el juego cooperativo en niños. En esta tesis, se utilizará este entendimiento sobre juego cooperativo para desarrollar una superficie interactiva que fomenten el juego cooperativo.

1.4 Superficies interactivas como apoyo del desarrollo infantil

Una superficie interactiva se define como: “Un espacio físico que cuenta con capacidades computacionales para procesar la manipulación directa de múltiples usuarios y proveer retroalimentación ante sus interacciones” (Grabs, 2009). Las superficies interactivas cuentan con una interfaz gráfica y táctil sobre la

que se permite la manipulación de objetos físicos. También tienen sensores y actuadores, los cuales permiten el seguimiento de la velocidad, la posición y la actividad de los usuarios. Y finalmente, proporcionan efectos de luz y sonido como retroalimentación para los usuarios (Nijholt, van Dijk, Lingnau, Vissers, y Kockelkorn, 2014).

De acuerdo a la flexibilidad de las superficies interactivas, éstas pueden ser rígidas o deformables. Las superficies rígidas utilizan pantallas como mesas, pisos, paredes o pizarrones. En la literatura de Interacción Humano-Computadora, algunos proyectos de investigación han demostrado que las superficies interactivas rígidas apoyan el desarrollo infantil temprano (Piper, Weibel, y Hollan, 2012), combinando dinámicas de juegos tradicionales con elementos interactivos. Estas superficies interactivas promueven la diversión y el entretenimiento en niños (Nijholt et al., 2014; Wyeth, Johnson, y Ziviani, 2013), fomentan su desarrollo social (Rick et al., 2009) y su desarrollo cognitivo (Piper et al., 2012).

La mayoría de las superficies interactivas propuestas para apoyar las actividades en salones de preescolar utilizan superficies rígidas, pero también existen las superficies interactivas deformables, que se diferencian de las rígidas porque su interfaz es de un material suave, moldeable, flexible y/o elástico. Estos tipos de materiales hacen posibles nuevas formas de interacción y proveen mayores estímulos multi-sensoriales, como interacciones táctiles novedosas (Follmer, Leithinger, Olwal, Cheng, y Ishii, 2012).

Algunos trabajos de investigación han estudiado el uso de superficies interactivas deformables para apoyar las necesidades de distintas poblaciones (Troiano, Pedersen, y Hornbæk, 2015), incluyendo preescolares (Soler-Adillon, Ferrer, y Parés, 2009) y niños con capacidades diferentes (Grierson y Kiefer, 2013).

Las superficies interactivas deformables se pueden clasificar en: enrollables, plegables, extensibles y flexibles (Chung y Ryoo, 2016). En particular, las superficies interactivas flexibles permiten a los usuarios interacciones como jalar, empujar o torcer la superficie; lo que produce deformaciones temporales en la superficie interactiva (Troiano, Pedersen, Hornbaek, y Hornbæk, 2014). Sin embargo, existen pocos proyectos de investigación que exploran el diseño y desarrollo de superficies flexibles para preescolares.

Una superficie flexible, llamada Música Flexible y desarrollada en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), ha demostrado que puede apoyar el desarrollo social de preescolares (Cibrian, Weibel, y Tentori, 2016). Música Flexible es una tela interactiva que permite a los preescolares reproducir sonidos de piano cuando tocan la tela. Los sonidos están organizados en una escala ascendente de doce tonos, de manera vertical, en la parte superior se encuentran las notas

agudas y en la inferior las graves. Ésta tela muestra de fondo una animación en 3D de nebulosas (Figura 1). Después de un tiempo determinado aparecen aleatoriamente algunos elementos espaciales como naves y estrellas.



Figura 1. Preescolares interactuando con Música Flexible.

Como resultado de un estudio cualitativo y exploratorio del uso Música Flexible por 9 semanas en un salón de clases de preescolar, se observó que los preescolares continuamente usaban la tela de manera grupal, por lo que las maestras percibieron que los niños estaban más dispuestos a interactuar con sus compañeros mientras la usan. Debido a esto, se encontró que Música Flexible puede promover el desarrollo social de los preescolares (Cibrian, Weibel, et al., 2016).

1.5 Planteamiento del problema

La práctica de juego cooperativo, es una de las etapas importantes en el desarrollo de los preescolares, ya que puede enseñarles a ser más tolerantes y también aprenden a trabajar en equipo. Estas habilidades forman parte de los aprendizajes esperados durante la etapa del preescolar, así como de las buenas conductas de convivencia diaria. Por esto, las maestras de preescolar aplican estrategias de cooperación durante las actividades académicas de sus alumnos, estas estrategias fomentan la práctica de juego cooperativo.

Sin embargo, las maestras no suelen apoyar las estrategias de cooperación con tecnología, y en ocasiones los niños pierden la motivación, o se les complica trabajar en equipo. La tecnología puede promover el desarrollo social y cognitivo de preescolares (Hourcade, 2015). Particularmente, las superficies interactivas parecen ser una alternativa para ayudar a mantener la motivación de los preescolares mientras trabajan en equipo (Cibrian, Weibel, et al., 2016; Piper et al., 2012). Estas superficies interactivas implementan

diferentes tipos de actividades, ya sea con objetivos lúdicos o para el desarrollo de habilidades cognitivas, físicas y sociales.

Los materiales que se utilizan para el desarrollo de superficies interactivas en su mayoría son superficies rígidas como mesas, pizarrones y pisos. Además, la mayoría de las superficies interactivas no se enfocan en promover el juego cooperativo entre preescolares; sino más bien, se enfocan en aspectos relacionados con el juego lúdico y fomentar la creatividad.

En cuanto a los participantes y sus interacciones en las actividades, las superficies interactivas incluyen modalidades principalmente en solitario y en grupo; pero la mayoría de ellas no implementan actividades en las que se fomente directamente la práctica de juego cooperativo. Esto representa una oportunidad dentro del área de investigación, debido a la importancia que tiene el que los niños aprendan a trabajar en equipo y de forma cooperativa desde una edad temprana.

Actualmente, Música Flexible es una superficie interactiva flexible que puede apoyar el desarrollo social de preescolares (Cibrian, Weibel, et al., 2016). Sin embargo, no cuenta con mecanismos que permitan, de manera implícita, fomentar el juego cooperativo en preescolares. Por lo que esto representa una buena oportunidad para investigar y explorar la utilización de mecanismos para juego cooperativo en las actividades de una tela interactiva para preescolares.

En esta tesis estudiaré el espacio de diseño y uso potencial de una superficie interactiva flexible, basada en Música Flexible. Con la finalidad de determinar si las telas interactivas pueden fomentar la práctica de juego cooperativo entre preescolares. Para lo cual se propone diseñar actividades cooperativas para integrarse en el prototipo de Música Flexible. Para evaluar esta propuesta, se estudia si el uso del prototipo resultante fomenta la práctica de juego cooperativo entre los preescolares.

1.6 Preguntas de investigación

De acuerdo a la problemática mencionada, en esta tesis se tienen las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las actividades y mecanismos para juego cooperativo más adecuadas para implementarse en una tela interactiva que promueva de manera explícita el juego cooperativo entre preescolares?
- ¿Cuál es la experiencia de juego y utilidad de las superficies interactivas flexibles para promover el juego cooperativo en preescolares dentro del salón de clases?

1.7 Objetivos

Esta tesis será enfocada en el siguiente objetivo general:

Diseñar una tela interactiva que implemente mecanismos para juego cooperativo, y evaluar su capacidad para fomentar juego cooperativo entre preescolares.

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

- [OE1]. Identificar qué mecanismos para juego cooperativo se pueden implementar en una tela interactiva para promover la cooperación entre preescolares.
- [OE2]. Diseñar un conjunto de actividades para preescolares que incluyan mecanismos para juego cooperativo, para una tela interactiva.
- [OE3]. Implementar una tela interactiva que incluya actividades con mecanismos para juego cooperativo para preescolares.
- [OE4]. Evaluar la experiencia de uso de la tela interactiva que se diseñe e investigar si fomenta el juego cooperativo entre preescolares.

1.8 Metodología

En esta tesis se siguió una metodología de diseño siguiendo la filosofía de diseño centrado en el usuario. En particular, se siguió una metodología iterativa, conocida como la metodología de la guitarra (Martínez-García, Tentori, y Rodríguez, 2015), que se ha utilizado en varios proyectos de diseño de sistemas ubicuos en CICESE. Para adaptar de mejor manera la metodología de la guitarra a este trabajo de investigación, se incluyeron algunas modificaciones (Figura 2).

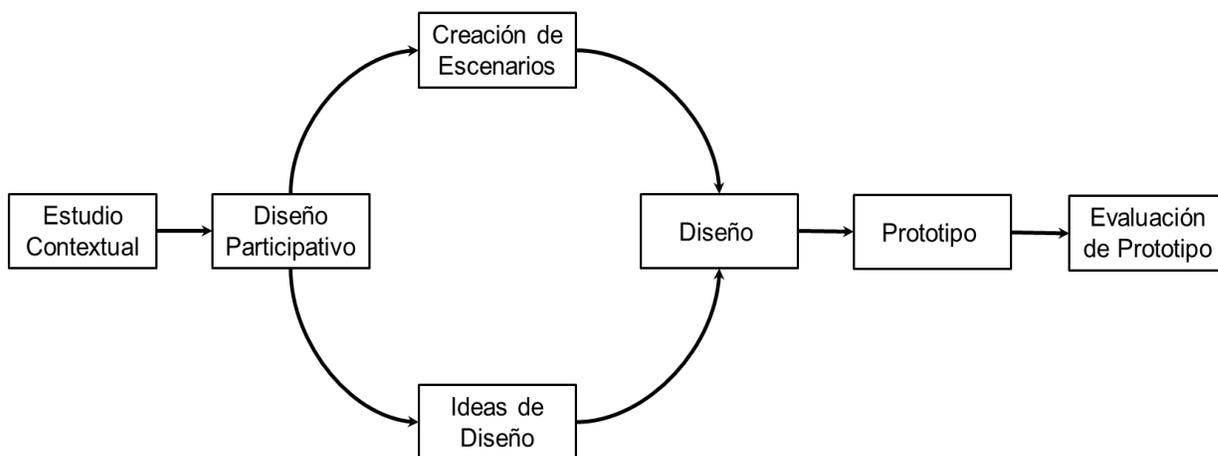


Figura 2. Metodología de diseño utilizada en CICESE

El proceso metodológico que se siguió es el siguiente:

1. **Comprensión inicial y Estudio contextual.** Se analizó la literatura existente para entender las problemáticas y características que hay alrededor del juego cooperativo entre preescolares. Del mismo modo, se estudió la literatura relacionada con superficies interactivas, específicamente superficies flexibles o aquellas superficies desarrolladas para las necesidades de preescolares. También se recopilaron y analizaron entrevistas semiestructuradas con maestros de preescolar y psicólogos. Así como observaciones no participativas de preescolares utilizando la tela interactiva Música Flexible. Para el análisis de la información se utilizaron técnicas cualitativas (e.g., diagrama de afinidad, teoría fundamentada). Los resultados de esta fase son: (1) un mejor entendimiento del problema; (2) un mejor entendimiento del comportamiento de los preescolares al jugar con una superficie interactiva flexible; y (3) un conjunto de escenarios realistas que muestran cómo la superficie flexible puede promover la práctica de juego cooperativo entre preescolares.
2. **Diseño de escenarios de uso de la tecnología.** Con base en los resultados obtenidos, se diseñaron escenarios para las actividades de juego cooperativo en la tela interactiva. Para ello se realizaron sesiones de diseño participativas con diferentes expertos. En las sesiones de diseño se utilizaron técnicas de diseño formativo y centrado en el usuario (e.g., sesiones de diseño participativo, diseño contextual rápido, bosquejos). Se utilizaron técnicas de diseño contextual rápido para analizar los datos de las sesiones de diseño. Los resultados incluyen: (1) conjunto de escenarios que utilizan la tecnología y (2) prototipo de baja fidelidad de una tela interactiva cooperativa para preescolares.
3. **Implementación de la tela interactiva.** Se implementó un prototipo de alta fidelidad de una tela interactiva con mecanismos de juego cooperativo; basado en los resultados de la etapa anterior. En

esta fase se tuvieron los siguientes resultados: (1) un conjunto de actividades que incluyen mecanismos de juego cooperativo para implementar en la tela interactiva y (2) una versión final del prototipo.

4. Evaluación del prototipo final. Por último, se evaluó la experiencia de juego, uso y adopción de la tela interactiva por parte de los preescolares. También se evaluó si la tela interactiva diseñada fomenta el juego cooperativo entre preescolares. El estudio se realizó en un jardín de niños de Ensenada, Baja California, México. Se utilizó un método mixto de análisis utilizando técnicas cualitativas y cuantitativas. Los resultados de esta fase incluyen evidencia empírica del impacto y utilidad de la tela interactiva en apoyo al juego cooperativo entre preescolares.

Capítulo 2. Trabajo relacionado

En este capítulo se presenta el estado del arte sobre superficies interactivas. Se describen principalmente las que se desarrollaron para apoyar las necesidades de niños, incluyendo aquellas que funcionan con fines lúdicos y de aprendizaje.

Primero se describen las superficies interactivas que han sido desarrolladas específicamente para niños, posteriormente aquellas que permiten y fomentan que los niños jueguen de manera cooperativa. Y, por último, se presentan algunas superficies interactivas deformables.

Para esta revisión de literatura se realizó una búsqueda en la biblioteca digital de ACM³, en la biblioteca digital de *IEEE Computer Society*⁴, y en Google Académico⁵. Esto implica la revisión de artículos publicados en conferencias como: *Human Factors in Computing System (CHI)*⁶, *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*⁷, *Interactive Tabletops and Surfaces (ITS)*⁸, *Interaction Design and Children (IDC)*⁹. Los términos de búsqueda incluyeron conceptos como: “*interactive surfaces*”, “*cooperative play for young children*”, “*deformable interfaces*”, “*cooperative interaction*”, “*cooperative play preschool children*”, así como la combinación de ellos.

2.1 Superficies interactivas para niños

2.1.1 Superficies interactivas: Individuales

Existen bastantes trabajos de investigación en los que se han desarrollado superficies interactivas para niños. La mayoría de estas superficies interactivas promueven la creatividad, el aprendizaje y la mejora de habilidades en los niños. Y generalmente utilizan materiales rígidos como mesas, pisos y paredes.

Por ejemplo, *Vuzik* es un pizarrón interactivo musical que permite a los niños pintar sobre un pizarrón como si usaran un caballete y una paleta de colores (Figura 3) y tiene como objetivo promover las

³ <http://dl.acm.org/>

⁴ <https://www.computer.org/csdl>

⁵ <https://scholar.google.com/>

⁶ <http://www.sigchi.org/>

⁷ <https://cscw.acm.org>

⁸ www.its2015.org/

⁹ <http://idc-sig.org/>

experiencias musicales y creativas en los niños. Mediante sus acciones y movimientos, los niños pintan sobre el pizarrón mientras van creando composiciones musicales.

Una evaluación con catorce niños de primaria, indica que *Vuzik* promueve gestos e interacciones en superficies de gran escala. La evaluación también muestra que este pizarrón facilita a los niños el aprendizaje de música y una comprensión más amplia de su creación musical (Ichino, Pon, Sharlin, Eagle, y Carpendale, 2014).

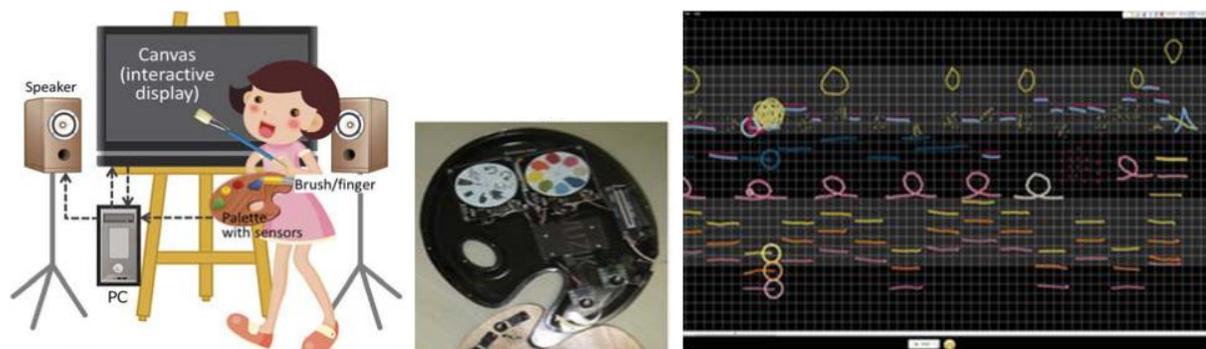


Figura 3. *Vuzik*. Bosquejo del uso de *Vuzik* (izquierda). Paletas usadas para interactuar con *Vuzik*. (centro). Captura de pantalla después de utilizar *Vuzik* (derecha).

También se han desarrollado algunas mesas interactivas, por ejemplo, *Draw Your Story*. Esta superficie interactiva está enfocada en promover la creatividad y la habilidad de resolución de problemas en los niños. Por ejemplo, se muestra a los niños un dibujo de orugas y se les explica que quieren convertirse en mariposas. Los niños deben dibujar una mariposa en el papel. Posteriormente, el dibujo se captura y se integra a la mesa interactiva en su versión digital. Cuando los niños quitan el papel de la mesa, verán una animación de la oruga convirtiéndose en mariposa y después se aleja volando (Figura 4).

El papel en el que dibujan los niños, tienen una referencia impresa en una de las esquinas. Cuando el papel se coloca sobre la mesa interactiva, el sistema detecta la referencia y obtiene la posición y orientación del dibujo. Posteriormente, captura el dibujo en el papel y lo integra en la superficie (Marco, Cerezo, y Baldassarri, 2010). Los niños pueden interactuar con el dibujo digital usando sus manos para tocar los elementos y moverlos sobre la superficie de la mesa interactiva.

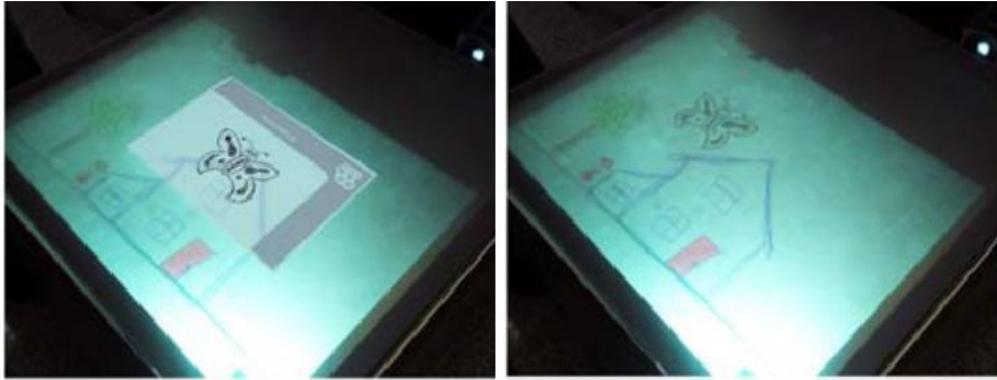


Figura 4. *Draw Your Story*. Boceto en papel, para ser agregado en el dibujo digital (izquierda). Dibujo digital que incluye el boceto en papel (derecha).

Incluso existen pisos interactivos que promueven la mejora de habilidades motrices, de balance y coordinación en preescolares, por ejemplo, *Hop Hop Frog* y *Bubble Pop* (Leo y Tan, 2010). Estos juegos incluyen actividades no estructuradas y detectan la posición de los niños sobre la superficie interactiva con la ayuda de cámaras infrarrojas. Con *Hop Hop Frog*, los preescolares deben brincar con los dos pies para alcanzar una rana que se mueve aleatoriamente sobre el piso (Figura 5, izquierda). En *Bubble Pop*, los preescolares deben tocar con sus pies o manos a cada uno de los cangrejos que aparecen sobre la superficie (Figura 5, derecha).

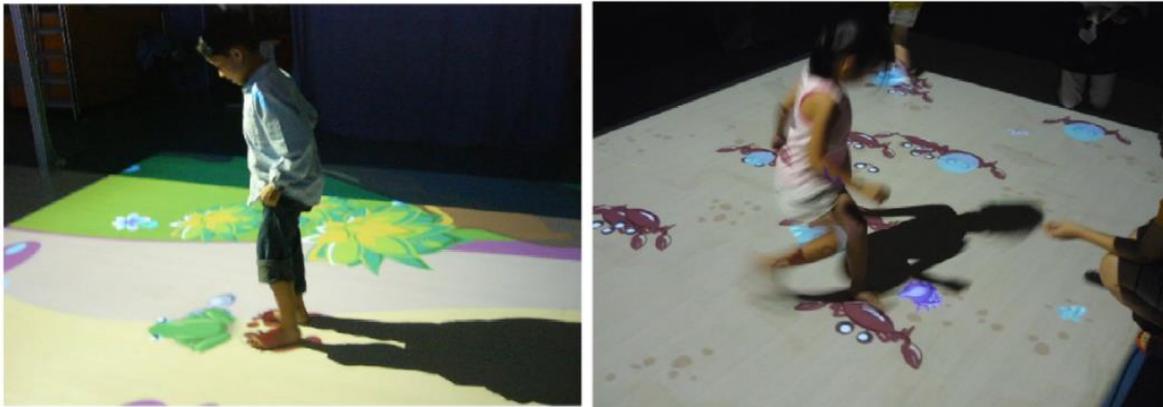


Figura 5. Niño jugando con *Hop Hop Frog* (izquierda). Niña jugando con *Bubble Pop* (derecha).

En general, existen una gran variedad de superficies interactivas para niños. Estas superficies utilizan diferentes tecnologías para detección de las interacciones de un solo usuario, por ejemplo, cámaras infrarrojas y marcadores de referencias.

Las superficies interactivas para niños se enfocan en mejorar y promover el aprendizaje de habilidades y capacidades de acuerdo a la etapa del desarrollo en que se encuentran su población objetivo. Generalmente, las actividades y juegos que incluyen las superficies para niños están relacionadas con lo que los niños practican y aprenden durante sus actividades escolares. Estos juegos suelen tener una historia y un objetivo, además de ser entretenidos y motivantes para mantener la atención de los niños.

No obstante, ninguna de las superficies presentadas explora el uso de mecanismos cooperativos. El uso colectivo de las superficies interactivas agrega retos en relación al diseño de actividades cooperativas y a la detección de múltiples usuarios interactuando con la superficie.

2.1.2 Superficies interactivas: Cooperativas

Por otra parte, también existen trabajos de investigación sobre superficies interactivas para niños que han propuesto la implementación de mecanismos para juego cooperativo. Estas superficies tienen el objetivo de ayudar a desarrollar las habilidades creativas, sociales y cooperativas de los niños.

Algunas de las superficies cooperativas que existen, implementan mecanismos para juego cooperativo de manera implícita. Es decir, las actividades no son tan estructuradas ni se tienen reglas de juego muy restrictivas. En el juego cooperativo implícito, la práctica de juego cooperativo por parte de los niños, tampoco se fuerza durante las actividades del juego.

Por ejemplo, *TellTable* (Figura 6) es una mesa interactiva para niños de primaria, en la que se pueden crear personajes e historias de manera grupal. *TellTable* permite que los jugadores puedan capturar objetos de su entorno por medio de una fotografía e integrarlos en su escenario de juego. Las actividades de *TellTable* no son estructuradas, por lo que no es necesario identificar a los jugadores ya que no se tienen elementos de dibujo asignados para ningún jugador en particular. Tampoco es necesario que los jugadores tomen turnos para interactuar con la superficie mientras crean sus dibujos e historias.

Una evaluación durante dos semanas en la biblioteca de una primaria, con 66 niños (entre 6 y 12 años) que usaron *TellTable*, muestra que la superficie interactiva estimula la creatividad y cooperación entre los jugadores (Helmes, Cao, Lindley, y Sellen, 2009).



Figura 6. Niños jugando con *TellTable*

De igual forma, *Space Ship Game* (Figura 7, izquierda), es un videojuego en una mesa interactiva, en el que dos niños deben jugar de manera cooperativa. Los niños usan pequeñas ‘naves espaciales’, que deben presionar para lanzar misiles contra un asteroide y deben ayudarse para lograr que el asteroide no impacte en sus naves.

Este videojuego explora la utilización de referencias en los objetos que los niños utilizan para jugar sobre la mesa interactiva (Figura 7, derecha). Durante el juego es necesario identificar a los jugadores (*i.e.*, sus naves espaciales), para determinar las posibles participaciones de los jugadores, como los disparos de las naves. Además, estas referencias permiten controlar estímulos que el juego provee dependiendo de la nave identificada (Marco et al., 2010).

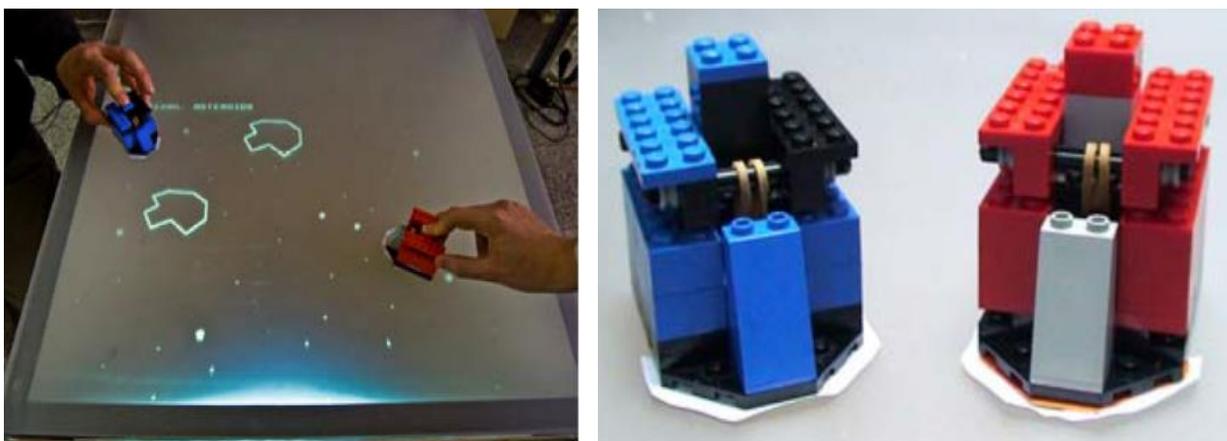


Figura 7. Dos niños jugando con *Space Ship Game* (izquierda). Naves espaciales con referencias en la parte inferior (derecha).

Más allá de las mesas interactivas, también existen pisos interactivos cooperativos, un ejemplo es *Stomp* (Figura 8), que fomenta la actividad física, cognitiva y social. *Stomp* incluye dos juegos para preescolares, que son *Trap-a-Turtle* y *Sheep Herding*. Los preescolares pueden jugar de manera grupal y cooperativa, deben saltar, golpear el piso y caminar para lograr los objetivos de cada juego.

Por ejemplo, en *Trap-a-Turtle* (Figura 8, izquierda), los preescolares deben ayudarse para tocar a las tortugas que aparecen aleatoriamente y lograr que todas se mantengan sin moverse antes de que se termine el tiempo. Y en *Sheep herding* (Figura 8, derecha) el objetivo es que los preescolares agrupen a las ovejas en dos graneros, según el que les corresponda. Los preescolares deben organizarse para guiar a todas las ovejas y lograr que entren en el granero adecuado (Wyeth et al., 2013).



Figura 8. Juego *Trap-a-Turtle* en el piso interactivo *Stomp* (izquierda). Niños jugando *Sheep Herding* en el piso interactivo *Stomp* (derecha).

También se encuentra *iGameFloor* (Figura 9), que es un piso interactivo que soporta más de 10 usuarios a la vez, e incluye tres juegos diferentes que permiten que niños de primaria jueguen en un ambiente cooperativo. En su juego 'pong' los niños deben controlar una pelota y lograr que rebote en el sitio correcto. Mientras que en los otros dos juegos (*iFloorQuest* y *Stepstone*) se involucra, además de actividad física y socialización, actividades de preguntas y respuestas.

Una evaluación exploratoria de *iGameFloor* muestra que a los niños les agradan los juegos y que el piso interactivo provee un ambiente de cooperación y comunicación entre los jugadores, así como también les permite realizar actividades físicas y cognitivas (Grønbaek, Iversen, Kortbek, Nielsen, y Aagaard, 2007).



Figura 9. Niños de primaria jugando con *iGameFloor*.

En general, estas superficies interactivas cooperativas no tienen como principal objetivo promover el juego cooperativo. Pero proveen evidencia de cómo pueden diseñarse actividades y juegos cooperativos para niños. Incluso muestran cómo integrar diferentes tecnologías para la detección de las interacciones de los usuarios.

Sin embargo, ya que implementan mecanismos para juego cooperativo implícitamente, la cooperación entre los niños al momento de jugar puede llegar a ser opcional. Por lo tanto, no requieren específicamente conocer la identidad de los jugadores, basta con conocer la ubicación de sus interacciones.

Por su parte, otras superficies interactivas cooperativas implementan sus mecanismos para juego cooperativo de manera explícita. Esto es, cuando un juego sigue un patrón de diseño de cooperación forzada a través de las reglas, instrucciones y restricciones del juego, implica que los jugadores deben realizar las actividades de manera cooperativa para cumplir con los objetivos del juego (Battocchi y Pianesi, 2009).

Por ejemplo, existe *Keep Our River Clean (KORC)* (Figura 10) que es una mesa interactiva que implementa mecanismos para juego cooperativo de manera explícita en sus reglas de juego. De manera que los niños deben ayudarse y organizarse para poder jugar y limpiar la basura que va apareciendo en un río. Cada jugador solo puede recoger un tipo de basura, por lo que deben ayudarse entre ellos para poder alcanzar las basuras correspondientes a cada uno.

Cabe destacar que en KORC se controla la participación y cooperación de los usuarios mediante la posición de los jugadores y el tamaño de la superficie interactiva. Esto hace que los niños sólo recojan basura que pueden alcanzar para deslizar hasta su lugar, o ayuden a sus compañeros acercándoles basura que los demás no pueden alcanzar.

Una evaluación con 8 niños de entre 10 y 16 años indica que KORC, mediante sus mecanismos de cooperación, puede promover habilidades sociales como la toma de turnos, manejo de conflictos, la comunicación y ayuda entre los jugadores (Goh, Shou, Tan, y Lum, 2012).



Figura 10. Cuatro niños jugando con KORC.

También se encuentra SIDES (Figura 11), que es un videojuego cooperativo para personas con necesidades especiales. Consiste en una mesa interactiva que permite a cuatro jugadores construir de forma cooperativa un camino de hojas de lirio. Si los niños logran completar el camino una rana podrá cruzar el camino de manera segura.

Una evaluación en un grupo de terapia social, con 8 adolescentes (aproximadamente de 12 años) diagnosticados con asperger, muestra que SIDES apoya el desarrollo de habilidades para trabajo de grupo y promueve la confianza en interacciones sociales (Piper, O'Brien, Morris, y Winograd, 2006).

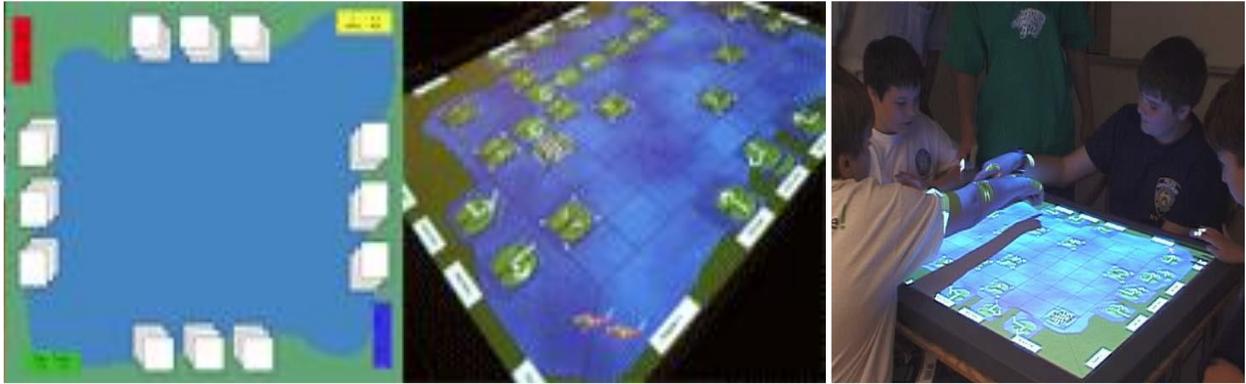


Figura 11. SIDES. Bosquejo de la interfaz (izquierda). Implementación en la mesa interactiva (centro). Adolescentes jugando con SIDES (derecha).

Además de mesas interactivas, otros proyectos han investigado la construcción de pisos interactivos para juego cooperativo. Por ejemplo, *Hunting Relics* (Figura 12) es un piso interactivo para promover el ejercicio cooperativo de niños de entre 4 y 6 años de edad. En cada nivel de juego, los niños realizan ejercicios de motricidad y coordinación ojo-pie, mientras ayudan a un par de exploradores a encontrar sus reliquias perdidas. Una evaluación durante 20 días del uso de *Hunting Relics* en un jardín de niños, indica que la superficie interactiva promueve en los preescolares la misma activación física que un circuito de entrenamiento tradicional, además de fomentar que lo hagan de manera cooperativa (Cibrian, Tentori, y Martínez-García, 2016).



Figura 12. Niños de preescolar jugando con el piso interactivo *Hunting Relics*.

Los pisos interactivos fomentan que los preescolares interactúen a través de los movimientos de su cuerpo completo. Estas superficies detectan la posición de los jugadores a través de sensores como Kinect, lo que les permite conocer sus movimientos y acciones sobre el piso interactivo. También muestran cómo es

posible integrar mecanismos de cooperación en sus actividades y lograr que los preescolares jueguen de manera cooperativa.

Las superficies interactivas cooperativas parecen ser una opción adecuada para estimular el desarrollo social de los niños. También han demostrado que los niños tienen facilidad para la manipulación de las superficies interactivas directamente con sus manos, sus pies o sosteniendo objetos. Incluso proveen evidencia de que se pueden implementar mecanismos para juego cooperativo en las actividades de la superficie interactiva y aun así lograr la motivación y el enganche de los niños.

Se han desarrollado un gran número de superficies interactivas cooperativas que se enfocan en promover el desarrollo motriz, cognitivo y de creatividad en los jugadores. Todas las superficies interactivas presentadas, en mayor o menor medida, implementan mecanismos para juego cooperativo. Por lo que representan una referencia útil para decidir los mecanismos y el tipo de actividades a implementar en una superficie interactiva para preescolares.

Sin embargo, ninguna de las superficies cooperativas presentadas tiene como objetivo específico el promover el juego cooperativo entre los jugadores. Por lo tanto, en ninguno de los proyectos de investigación correspondientes se ha llevado a cabo una evaluación enfocada en determinar si las superficies interactivas fomentan el juego cooperativo entre los jugadores. Incluso, son pocos los proyectos de investigación que incluyen actividades y juegos con mecanismos para juego cooperativo y que sean específicamente para preescolares.

En la Tabla 2, se presenta un resumen de las superficies interactivas cooperativas que se han expuesto en esta sección. Para cada superficie se indica, principalmente, los mecanismos para juego cooperativo que implementa, y si incluye dichos mecanismos de manera explícita o implícita.

Tabla 2. Características destacadas de las superficies interactivas para juego cooperativo presentadas

Superficie Interactiva	Tipo de Cooperación	Mecanismos de Cooperación Usados				Tipo	Población	Número Jugadores
		Tomar Turnos	Dividir Tareas	Trabajar Juntos	Compartir Recursos			
Tell Table (Helmes et al., 2009)	Cooperación Implícita	X	X	X	X	Mesa	7 – 12 años	2 o más
Space Ship Game (Marco et al., 2010)		X	X	X	X		6 años aprox.	2
Stomp (Wyeth et al., 2013)			X	X	X	Piso	3 – 5 años	4 aprox.
iGameFloor (Grønbæk et al., 2007)			X	X			6 – 12 años	10 aprox.
KORC (Goh et al., 2012)	Cooperación Explícita	X	X	X		Mesa	10 – 16 años	4
SIDES (Piper et al., 2006)			X		X		Adolescentes (12 años aprox.)	4
Hunting Relics (Cibrian, Tentori, et al., 2016)			X	X		Piso	4 – 6 años	4

2.2 Superficies interactivas deformables

Más allá de la construcción de superficies interactivas tradicionales, otros proyectos se han orientado a diseñar nuevas superficies interactivas utilizando materiales deformables como pantallas elásticas, celulares flexibles y controles suaves. Las superficies interactivas deformables son aquéllas en las cuales el usuario puede empujar una membrana elástica para interactuar generando deformaciones temporales (Troiano et al., 2014). En general, estos materiales deformables permiten nuevas formas de interacción con las superficies interactivas y mejoran la experiencia de usuario (Follmer et al., 2012).

Por ejemplo, algunos trabajos de investigación se han enfocado en interacciones musicales, en los cuales exploran el uso de materiales deformables (e.g., cubos y pelotas de esponja, telas elásticas, bandas elásticas, arcilla) como interfaces para interpretaciones musicales (Figura 13). Por medio de un estudio con participantes expertos en música, se obtuvieron como resultados que las interacciones con materiales flexibles y deformables son apropiadas para mapearlas a parámetros musicales (Troiano et al., 2015).



Figura 13. Participante manipulando una membrana de látex para crear frecuencias de sonido

Incluso existen algunas exposiciones de arte que incorporan superficies interactivas flexibles. Por ejemplo, *Firewall*¹⁰ creada por Aaron Sherwood y Michael Allison, que es una tela elástica interactiva donde los usuarios reciben retroalimentación visual y musical como respuesta a sus interacciones (Figura 14).

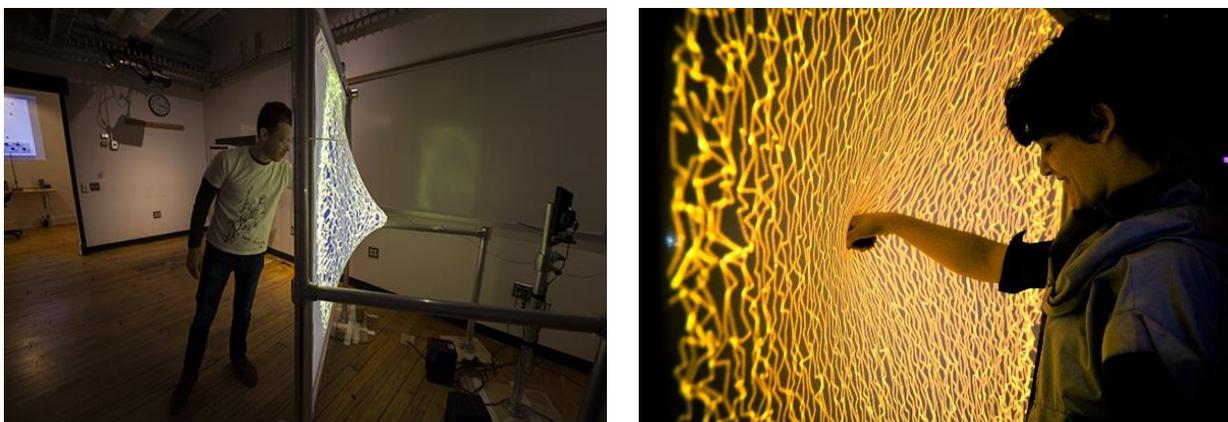


Figura 14. Instalación y uso de *Firewall*.

No obstante, no existe un estudio de esta tela interactiva en el que se evalúe su impacto o beneficio en los usuarios. Además, no cuenta con actividades estructuradas y no están enfocadas en alguna población en particular. Por lo que es interesante explorar el uso de este tipo de superficies interactivas deformables por preescolares e investigar si es posible fomentar el juego cooperativo entre ellos.

También existen otras investigaciones sobre superficies interactivas flexibles que han sido dirigidas al entretenimiento y desarrollo social de los niños. Por ejemplo, *Interactive Slide* (Figura 15) es una rampa de deslizamiento inflable e interactiva que busca promover la socialización y actividad física en niños.

¹⁰ **Firewall.** <http://aaron-sherwood.com/blog/?p=558> y <http://michaelallison.lol/projects/firewall/>

Interactive Slide tiene un área de 12m² y pueden interactuar hasta 8 niños al mismo tiempo. Con su aplicación llamada *Virtual Mosaic*, enfocada en niños entre 3 y 6 años de edad, muestra una lluvia de cuadrados sobre la rampa. Los niños pueden colorear estos cuadrados mientras se deslizan en repetidas ocasiones. Por cada interacción con la rampa se les asigna un color y una forma de ‘pincel’ el cual pueden cambiar volviendo a tocar la superficie (Soler-Adillon et al., 2009).

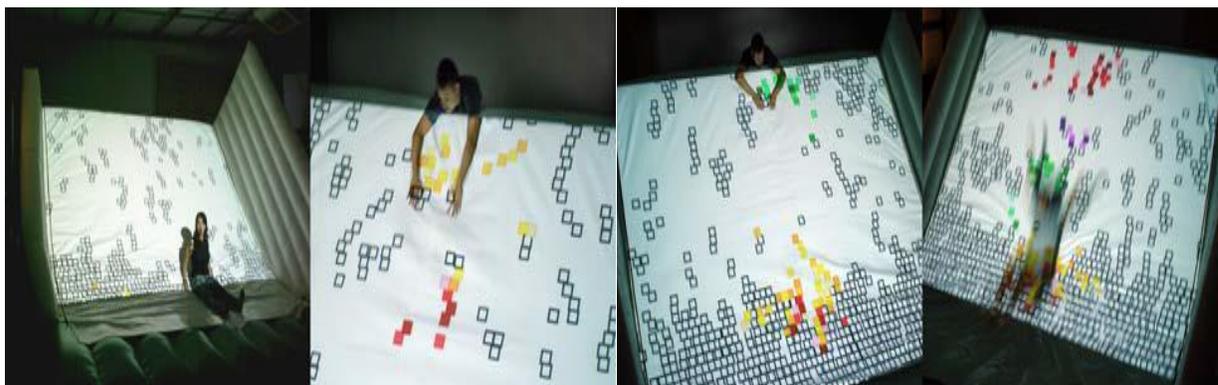


Figura 15. Niños deslizándose y jugando *VirtualMosaic* en *InteractiveSlide*.

En resumen, se ha explorado el uso de superficies interactivas flexibles en diferentes ámbitos, como la música, el arte y el entretenimiento. En el caso de las superficies flexibles enfocadas en actividades lúdicas, los preescolares las perciben como fáciles de usar y útiles (Soler-Adillon et al., 2009). Por lo que representan una opción útil para lograr la motivación y captar la atención de los preescolares en las actividades de la superficie interactiva.

Sin embargo, existen pocos proyectos de investigación que han explorado el uso de superficies interactivas flexibles, tampoco se ha explorado su implementación para fomentar la práctica de juego cooperativo en las aulas de preescolar.

El referente más cercano a esta tesis es *Música Flexible* (Cibrian, Weibel, et al., 2016), una tela interactiva para preescolares que muestra el impacto de las superficies deformables en apoyo a su desarrollo social (ver 1.4 Superficies interactivas como apoyo del desarrollo infantil). Sin embargo, no es una superficie interactiva cooperativa, ya que no implementa mecanismos para juego cooperativo. Esto representa una excelente oportunidad de investigación, para explorar la implementación de mecanismos para juego cooperativo en una superficie interactiva flexible y la relación entre utilizar mecanismos de colaboración implícitos y explícitos en apoyo a preescolares.

Capítulo 3. Diseño y desarrollo de Estrellitas Elásticas

En este capítulo se describe el desarrollo de Estrellitas Elásticas, una tela interactiva que fomenta el juego cooperativo en preescolares. Primero se describen los resultados de un estudio contextual que se realizó con el objetivo de entender las prácticas de cooperación de los preescolares dentro de sus salones de clases. Posteriormente se describe el proceso y los resultados de las sesiones de diseño que se realizaron para diseñar Estrellitas Elásticas. Y finalmente, se describe el desarrollo del prototipo final.

3.1 Estudio contextual

Durante el estudio contextual¹¹ se realizaron 2 entrevistas semiestructuradas con expertos en la enseñanza a preescolares para entender la convivencia y el comportamiento de preescolares durante sus clases. Posteriormente, la información obtenida de las entrevistas se complementó con un análisis de transcripciones de un cuerpo de datos sobre cooperación en preescolar y resultados de otros proyectos de investigación.

3.1.1 Colección de datos

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a dos maestras de preescolar. Las entrevistas se enfocaron en comprender las principales estrategias y actividades que utilizaban para promover la cooperación y el trabajo en equipo entre sus alumnos. También en conocer los problemas que se presentan entre los preescolares, cuando se requiere que pongan en práctica sus habilidades sociales y de cooperación durante las actividades escolares.

Posteriormente se realizaron observaciones indirectas no participativas. Primero se observaron preescolares jugando con el piso interactivo colaborativo *Hunting Relics* (Cibrian, Tentori, et al., 2016), para conocer cómo se puede promover la cooperación entre preescolares mediante una superficie interactiva. Después se observaron niños de 2 y 3 años jugando con Música Flexible (Cibrian, Weibel, et al., 2016), con el objetivo de entender de mejor manera las posibles interacciones que pueden tener los niños con un tela interactiva flexible de forma grupal.

¹¹ **Estudio contextual:** Es un método semi-estructurado para obtener información sobre el contexto de uso, en donde los usuarios son entrevistados y observados en su propio medio ambiente.

3.1.2 Análisis de datos

La información recopilada de las entrevistas a las dos maestras de preescolar, se complementó con un cuerpo de datos que contenía transcripciones de entrevistas hechas para el diseño de “Las Reliquias del Explorador” (Cibrian, Tentori, et al., 2016).

Se utilizaron 5 transcripciones de entrevistas realizadas a 2 maestras de preescolar, 2 profesores de educación física y 1 maestra de expresión y educación artística. Estas entrevistas fueron enfocadas en las problemáticas que se presentan cuando se quiere promover la cooperación y trabajo en equipo entre los preescolares, así como las estrategias que se utilizan para resolver esas problemáticas.

Se llevó a cabo un análisis cualitativo, de toda la información recopilada en las entrevistas, mediante el uso de técnicas de teoría fundamentada como: codificación abierta y axial. Una vez realizada la codificación de las entrevistas se generó un diagrama de afinidad, en el cual se categorizaron las citas y temas emergentes más relevantes de la información recopilada.

3.2 Sesiones de diseño

Para lograr el diseño final de la tela interactiva, se tuvieron en cuenta los resultados del estudio contextual y se realizaron 7 sesiones de diseño (Tabla 3): 3 sesiones participativas¹² y 4 sesiones multidisciplinarias¹³. En las sesiones de diseño participaron 6 maestras de preescolar, 1 psicóloga, 3 expertos en interacción humano-computadora (IHC), 1 estudiante de IHC y 20 preescolares.

Durante el proceso de diseño de Estrellitas Elásticas se utilizaron técnicas de diseño contextual rápido (Holtzblatt, Wendell, y Wood, 2005). Se iteró en el proceso de diseño para generar diferentes prototipos de baja fidelidad y escenarios de uso. Después de 3 iteraciones se eligió el prototipo final, y se procedió a especificar su diseño y su desarrollo (Tabla 3).

¹² **Sesión de diseño participativo:** los usuarios finales están presentes en estas sesiones.

¹³ **Sesión de diseño multidisciplinario:** participan expertos de distintas áreas, pero los usuarios finales no están presentes en las sesiones.

Tabla 3. Detalle de las sesiones realizadas durante el proceso de diseño.

#	Objetivo	Tipo de Sesión	Participantes
1	- Presentación del prototipo Música Flexible. - Entendimiento las actividades para promover el juego cooperativo.	Participativa	- 6 maestras de preescolar. - 2 expertos en IHC. - 1 estudiante de IHC.
2	- Generación de alternativas de bajo nivel. - Propuestas del contenido para actividades en una tela interactiva cooperativa.	Participativa	- 6 maestras de preescolar. - 2 expertos en IHC. - 1 estudiante de IHC.
3	- Especificación de dos alternativas.	Multidisciplinaria	- 2 expertas en IHC. - 1 estudiante de IHC.
4	- Especificación del prototipo final. - Definición a detalle los niveles, actividades y retroalimentación de la tela interactiva	Multidisciplinaria	- 2 expertas en IHC. - 1 estudiante de IHC.
5	- Definición de las instrucciones del juego.	Multidisciplinaria	- 1 psicóloga. - 1 estudiante de IHC.
6	- Presentación del prototipo final para obtener retroalimentación. - Confirmación del diseño y funcionalidad del prototipo.	Participativa	- 6 maestras de preescolar. - 2 expertas en IHC. - 1 estudiante de IHC.
7	- Definición de las variaciones para las constelaciones.	Multidisciplinaria	- 1 psicóloga. - 1 estudiante de IHC.

3.2.1 Sesión 1: Presentación del prototipo y primeras ideas

Al inicio de la sesión las maestras observaron a un grupo de 20 preescolares jugando con Música Flexible (Cibrian, Weibel, et al., 2016), en grupos de tres niños. Con el propósito de que las maestras entendieran de mejor manera el funcionamiento de una tela interactiva flexible y las actividades con las que contaba.

Posteriormente se realizó un grupo focal¹⁴ en el que se comentaron aspectos sobre la práctica de juego cooperativo dentro del salón de clases (Figura 16). Las maestras de preescolar mencionaron las estrategias y actividades que utilizan para fomentar la cooperación y juego cooperativo en sus alumnos, así como los principales problemas que se presentan con los niños cuando realizan actividades de manera cooperativa.

¹⁴ **Grupo focal:** reunión con modalidad de entrevista grupal abierta y estructurada.



Figura 16. Maestras de preescolar durante la primera sesión de diseño participativo.

Por último, se realizó una lluvia de ideas para sugerir cambios y adecuaciones al prototipo de la tela interactiva que se les presentó a las maestras. Esta lluvia de ideas tuvo la finalidad de lograr que la tela interactiva sea apropiada para que la usen varios preescolares de manera simultánea.

Las principales ideas que surgieron en la lluvia de ideas son:

- **Tamaño de la superficie interactiva:** hacer la superficie más larga, de modo que múltiples niños puedan tener suficiente espacio para interactuar entre ellos y con la superficie.
- **Actividades / Juegos:** implementar actividades grupales, que permitan que los niños interactúen en equipo y que incluyan estrategias para fomentar la cooperación.
- **Tema de las actividades:** utilizar diseños, colores y actividades que sean apropiados para preescolares, que llamen su atención, y que logren mantenerlos enfocados en las actividades.
- **Propósito de las actividades:** enfocar las actividades de la tela interactiva como apoyo del contenido de alguno de los campos formativos de preescolar.

3.2.2 Sesión 2: Alternativas de prototipos de baja fidelidad

Durante la sesión se utilizaron recortes, dibujos e impresiones para materializar las “visiones” de las maestras (Figura 17). El concepto de “visión” se utiliza en diseño centrado en el usuario para formalizar las ideas de los participantes en imágenes representadas por prototipos de baja fidelidad.



Figura 17. Maestras de preescolar durante la segunda sesión de diseño participativo.

Como resultado de la sesión se obtuvieron 5 prototipos de baja fidelidad para las actividades de la tela interactiva cooperativa (Figura 18). Las maestras propusieron integrar algunos temas del campo formativo “pensamiento matemático”, y sobretodo enfocarse en actividades que promuevan el juego cooperativo.

Los prototipos obtenidos durante esta sesión de diseño son:

- **Dibujar en grupo.** El objetivo del primer prototipo (Figura 18a) es que los preescolares creen dibujos de manera grupal. Los niños tienen diferentes elementos para elegir y agregar al dibujo. Cada niño, por medio de sus interacciones con la tela, agrega los elementos digitales para construir un dibujo final. Al final deben conseguir un dibujo completo y formado por todos los preescolares.
- **Recorridos para buscar un tesoro.** La segunda alternativa (Figura 18b) considera que los niños conducen una nave espacial hasta un punto final. Los niños deben tomar turnos y ayudarse para dirigir la nave. Los niños completarán el recorrido de la nave espacial y obtendrán una recompensa.
- **Unir los puntos de un dibujo.** La idea principal del prototipo (Figura 18c) es que los niños formen constelaciones con las estrellas que aparecen sobre la tela interactiva. Las estrellas tendrán números para ayudarles a identificar el orden en la constelación. Los niños deben tomar turnos y trabajar en equipo para crear las líneas necesarias y terminar la forma de la constelación.
- **Igualar cantidades en grupo.** En el cuarto prototipo (Figura 18d) los niños deben recolectar una cantidad de elementos, estos pueden ser estrellas o planetas. Todos los jugadores deben ayudar a completar la cantidad indicada. Para recolectar estos elementos, los niños deberán presionarlos, ya sea tomando turnos o en equipo. Los niños deben ponerse de acuerdo sobre los elementos que faltan por completar y cuantos va a recolectar cada uno.
- **Armar rompecabezas en equipo.** La quinta alternativa (Figura 18e) propone que los niños formen una imagen por medio de diferentes piezas de un rompecabezas, las cuales deberán colocar en la

posición adecuada. Los niños deben tomar turnos para colocar las piezas pequeñas, o trabajar en equipo para mover las piezas grandes.

Para finalizar la sesión, las maestras de preescolar evaluaron y votaron por las distintas alternativas propuestas, y se seleccionaron las dos con mayor votación. Las maestras consideraron que los prototipos “Unir los puntos de un dibujo (Figura 18c)” e “Igualar cantidades en grupo (Figura 18d)” apoyaban de mejor manera el juego cooperativo entre los preescolares, además de tener mayores beneficios en su aprendizaje sobre temas de pensamiento matemático.

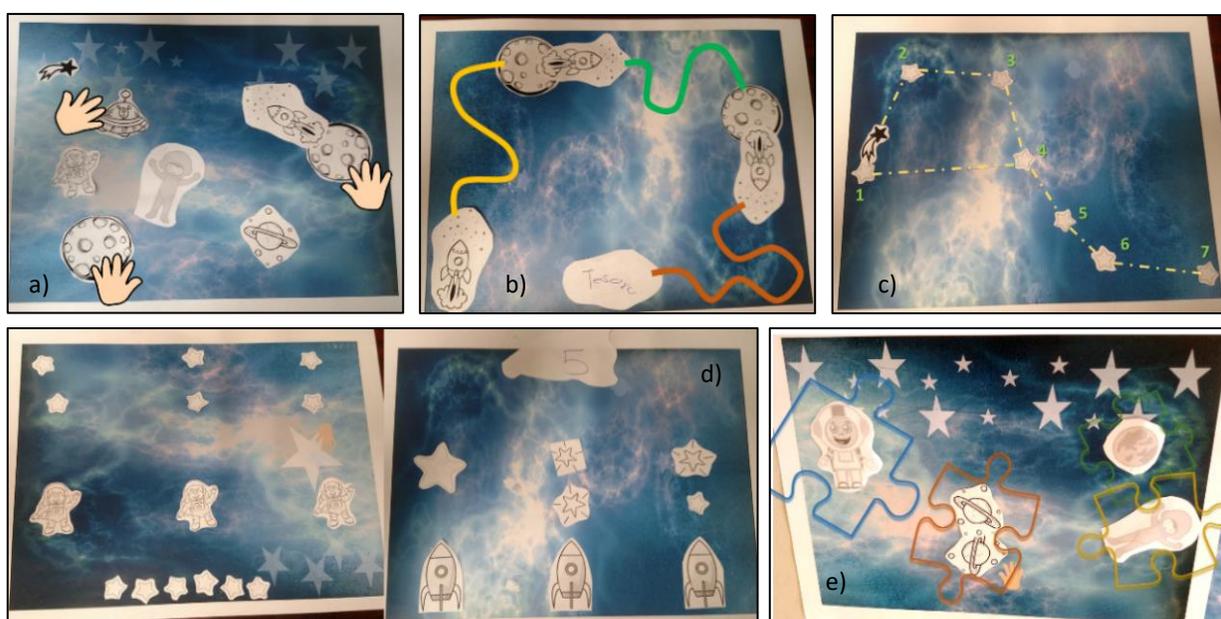


Figura 18. Prototipos de baja fidelidad. a) Dibujar en grupo. b) Recorridos para buscar tesoro. c) Unir los puntos de un dibujo. d) Igualar cantidades en grupo. e) Armar rompecabezas en equipo.

3.2.3 Sesión 3. Especificación de las alternativas

Ya que el objetivo de la tela interactiva debe ser el promover el juego cooperativo, las actividades propuestas se enfocaron en promover interacciones simultáneas¹⁵ y alternantes¹⁶ entre los preescolares. La especificación de las alternativas derivó en lo siguiente:

¹⁵ **Interacciones simultáneas:** dos o más niños tocan la tela interactiva al mismo tiempo.

¹⁶ **Interacciones alternantes:** los niños tocan la tela interactiva de manera individual, esperando su turno.

- Igualar cantidades en grupo.** Para esta alternativa (Figura 19) se pensó en tener tres diferentes elementos que los niños pudieran elegir. En la parte superior aparecerán el total de elementos que los niños deben completar, y cada uno contará con sus propios elementos para recolectarlos. Los tres elementos serán diferentes visualmente, pero también en la forma de interacción necesaria para recolectarlos. Un elemento debe recolectarse por un solo niño, otro por dos niños a la vez, y otro por tres niños a la vez. Para recolectar un elemento de tres niños, los tres deberán tocarlo de manera simultánea para conseguirlo. Al recolectarlos, irán coloreando los elementos de la parte superior. Esta actividad involucra la cooperación entre los niños para completar los elementos, así como el esperar turnos y organizarse para ir completando los elementos.

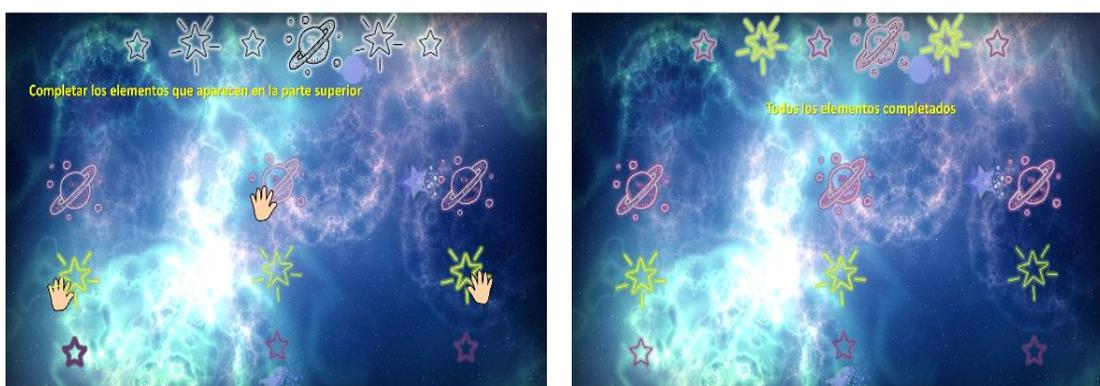


Figura 19. Especificación de la alternativa “Igualar cantidades en grupo”

- Unir los puntos de un dibujo.** En esta alternativa (Figura 20) se presenta una actividad acerca de crear dibujos de constelaciones al unir puntos en el orden correcto. Los niños verán sobre la tela pequeñas estrellas de colores, cada una con un número asignado. Las estrellas se iluminarán para indicar el turno de cada niño. Cuando los niños presionen las estrellas en el orden correcto, aparecerá una línea que una las estrellas que tocaron. Las líneas pueden crearse al presionar las estrellas de manera individual o grupal, dependiendo el número de estrellas que se iluminen. Al finalizar la actividad, los niños habrán formado una constelación con las estrellas de colores mediante el trabajo en equipo. Esta actividad involucra la cooperación entre los niños para crear las líneas, así como el esperar turnos y organizarse para ir completando las constelaciones.

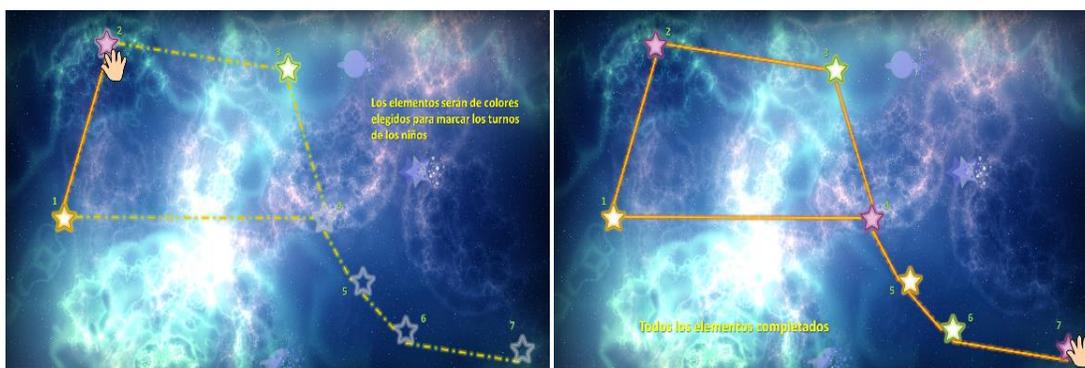


Figura 20. Especificación de la alternativa “Unir los puntos de un dibujo”

Para finalizar esta sesión de diseño se evaluaron las ventajas y desventajas de las dos alternativas especificadas. Se eligió la alternativa de “unir los puntos de un dibujo” como la ganadora, ya que se consideró que presenta el objetivo de manera más clara para los niños. De igual forma, se consideró que esta alternativa promueve de forma precisa las interacciones simultáneas y alternantes de los niños con la tela. También implementa mecanismos para juego cooperativo.

3.2.4 Sesión 4: Especificación del prototipo final

El objetivo de la sesión fue definir a detalle los niveles, actividades y retroalimentación que se implementarán en la tela interactiva. Se tomó como base la especificación de la alternativa ganadora en la sesión de diseño anterior “unir los puntos de un dibujo”, y se definieron cuatro niveles de actividades.

En cada nivel se va aumentando un poco la dificultad de las actividades, ya que se contempla la variación de ayudas visuales y auditivas según el nivel del juego. Los cuatro niveles incluyen actividades que implementan estrategias para promover el juego cooperativo entre los preescolares. Además, según se avance en los niveles del juego será necesario que los niños pongan en práctica sus estrategias para organizarse y trabajar en equipo.

Se decidió mantener la temática del espacio para el juego y el acomodo de las notas musicales de fondo, como se tenían en Música Flexible (Ortega, Cibrian, y Tentori, 2015); y agregar retroalimentación auditiva correspondiente a las nuevas actividades que se incluyeron. El juego contará con un par de astronautas que serán guías de los niños durante las actividades y darán las instrucciones de cada nivel del juego.

Además, se contempló la opción de imprimir el dibujo que los niños logren al final de las actividades, como un recuerdo de su “obra de arte”. Ya que los colores de los dibujos van a depender de las elecciones de los niños, cada dibujo será, en esencia, diferente al resto.

3.2.5 Sesión 5: Definición de las indicaciones de juego

El objetivo de esta sesión fue definir la historia principal y las instrucciones del juego. El equipo de diseño acordó que el juego debería tener:

- Instrucciones cortas y precisas, que no confundan a los niños.
- Transformar las instrucciones en peticiones, para que los niños quieran ayudar de mejor manera.
- Definir claramente la historia principal especificando su inicio y su fin.
- Contar la historia de forma clara para los niños.

3.2.6 Sesión 6. Retroalimentación y confirmación del prototipo

Durante esta sesión de diseño se les mostró a las maestras de preescolar el prototipo preliminar. Se les explicó a detalle la especificación de las actividades y el diseño final obtenido del proceso de diseño. Para finalizar, se realizó una lluvia de ideas donde las maestras expresaron sus opiniones acerca del diseño y dieron sugerencias para mejorar el prototipo.

Las sugerencias de las maestras incluyeron:

- **Instrucciones de juego.** Que las indicaciones sean por audio y texto.
- **Elementos gráficos.** Que las imágenes y los números que aparecen en la tela tengan un mayor tamaño y colores llamativos, para captar la atención de los niños.
- **Secuencia de números.** Cuidar que el acomodo de los números en las secuencias para las constelaciones no genere confusión en los niños sobre el orden correcto de los números.

3.2.7 Sesión 7: Definición de las variaciones para las constelaciones

Con la ayuda de la psicóloga se definieron las formas más adecuadas para las secuencias de números y su acomodo sobre la superficie. Esto con la finalidad de atender las peticiones de las maestras y garantizar que las secuencias no generen confusión en los niños sobre el orden correcto de los números.

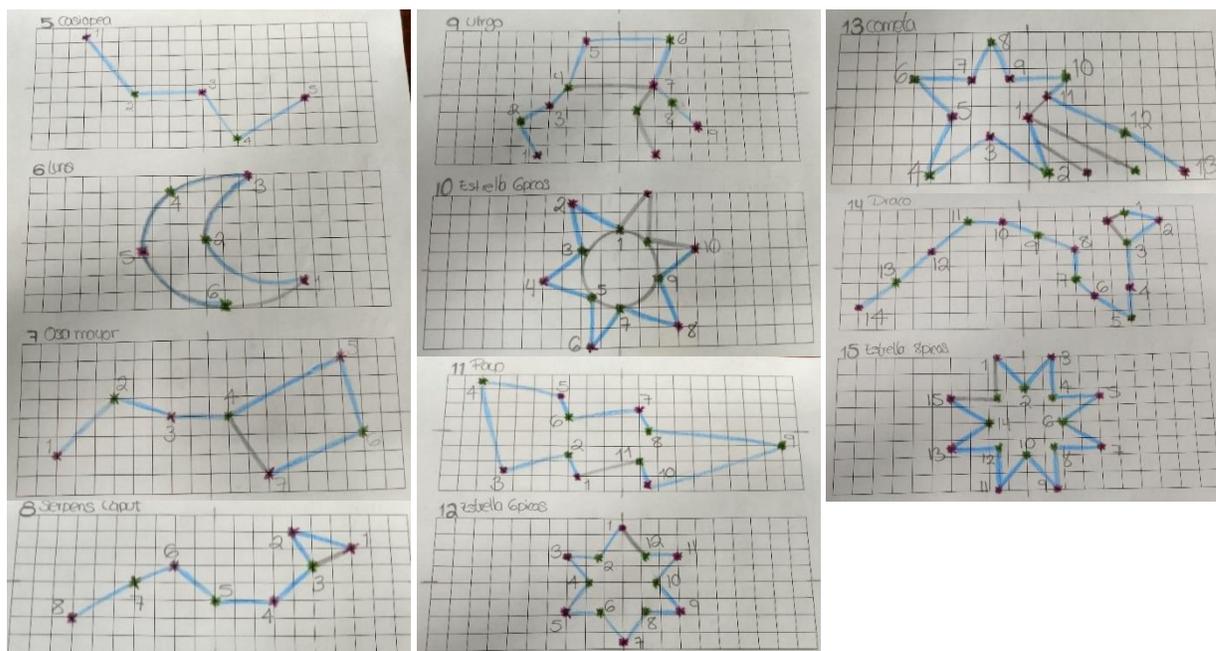


Figura 21. Constelaciones propuestas para niveles 3 y 4.

Se definieron 11 secuencias de constelaciones (Figura 21), para abarcar desde 5 hasta 15 elementos en las diferentes secuencias de las constelaciones. Los dos niveles de creación de constelaciones contarán con dibujos de algunas de las constelaciones reales más comunes como la osa mayor, y también se incluirán dibujos infantiles como cometas y estrellas.

Se implementó esta variación en la dificultad y longitud de las series numéricas para incrementar el reto que representan los últimos niveles para los preescolares. Ya que con el paso del tiempo, los preescolares pueden aprender una constelación y es necesario que tengan diferentes retos y actividades, para seguir manteniendo su enchanche y motivación (Sweetser y Wyeth, 2005).

3.3 Diseño de Estrellitas Elásticas

Como resultado del estudio contextual y las sesiones de diseño se obtuvo el prototipo final, al cual se le llamó Estrellitas Elásticas. Estrellitas Elásticas es una tela interactiva flexible que fomenta el juego cooperativo entre preescolares. Los preescolares de manera colaborativa golpean, tocan o deslizan los elementos digitales que aparecen sobre la tela interactiva para crear música y realizar actividades cooperativas. La historia del juego es acompañar a un par de niños astronautas en su viaje por el espacio. El juego está diseñado para jugarse por tres niños a la vez y se compone de 4 niveles. En cada nivel la dificultad incrementa (Tabla 4), incluyendo variaciones en retos relacionados con la cooperación y el pensamiento matemático.

3.3.1 Mecanismos para juego cooperativo en Estrellitas Elásticas

De los mecanismos para juego cooperativo que se identificaron en la literatura y las estrategias que comentaron las maestras de preescolar durante el estudio contextual, se utilizaron tres:

- **Trabajar juntos:** este mecanismo se pone en práctica cuando los niños deben realizar las interacciones de manera simultánea. Por ejemplo, dos estrellas se iluminan y dos niños deben tocar las estrellas al mismo tiempo. Al tocar la estrella el preescolar debe respetar su color, y únicamente seleccionar la estrella que corresponda al color que seleccionó.
- **Tomar turnos:** los niños siguen este mecanismo cuando deben esperar que la estrella de su color se ilumine o sea el número siguiente. Por ejemplo, se ilumina una estrella roja y los niños deben esperar a que el niño que seleccionó el color rojo la presione.
- **Dividir tareas:** este mecanismo está presente en todas las actividades del juego. Para lograr completar los niveles, cada uno de los niños tiene que realizar sus interacciones correspondientes. Por ejemplo, cuando finalmente forman la constelación, cada uno de ellos ayudó para que las líneas se fueran trazando.

Tabla 4. Detalle de la escala de complejidad de los niveles de juego de Estrellitas Elásticas

Nivel	Objetivo - Actividades	Mecanismos Cooperativos	Pensamiento Matemático	Interacciones con la Superficie
Coloreando el Espacio	Colorear el fondo del espacio. - Elegir una estrella de color. - Deslizar la estrella para colorear el fondo.	- Dividir tareas	-	- Empujar con la mano. - Deslizar la mano.
Iluminando Estrellas	Colorear el contorno de las estrellas blancas. - Presionar las estrellas que se iluminen, respetando turnos. - Organizarse para presionar al mismo tiempo que sus compañeros.	- Tomar turnos - Dividir tareas - Trabajar juntos	- Relación entre el número de notas reproducidas y la cantidad de estrellas presionadas.	- Empujar con la mano.
Formando Constelaciones	Unir las estrellas en el orden correcto de acuerdo a una serie numérica. - Presionar las estrellas que se iluminen. Respetando turnos. - Organizarse para presionar al mismo tiempo que sus compañeros.		- Series de números de diferentes longitudes.	
Coloreando Constelaciones	Colorear las estrellas que forman la constelación. - Presionar las estrellas del color correspondiente. Respetando turnos. - Presionar las estrellas en el orden correcto, según la serie de números.	- Dividir tareas - Trabajar juntos	- Escuchar el número correspondiente a las estrellas unidas.	

3.3.2 Niveles del juego

- Nivel 1. Coloreando el espacio.** Este nivel permite que los preescolares se familiaricen con las interacciones sobre la tela y que elijan un color, que determinará sus turnos durante los niveles posteriores. Al inicio, dos pequeños astronautas invitarán a los preescolares a acompañarlos por un viaje en el espacio (Figura 22a). Los preescolares verán de fondo una animación del espacio, y aparecerán aleatoriamente estrellas de colores. Cada preescolar debe tocar o golpear una estrella para capturarla (Figura 22b). El color de la estrella indicará el turno de cada preescolar para las siguientes actividades. Una vez que los tres preescolares eligieron el color de sus estrellas, podrán deslizarlas sobre la tela para colorear sobre el espacio de acuerdo al color que eligieron (Figura 22c). Cada que el preescolar toque la tela o deslice las estrellas escuchará el sonido de las notas musicales correspondientes al lugar de las interacciones. El nivel termina cuando los preescolares logran colorear la mayoría del fondo del espacio (Figura 22d).

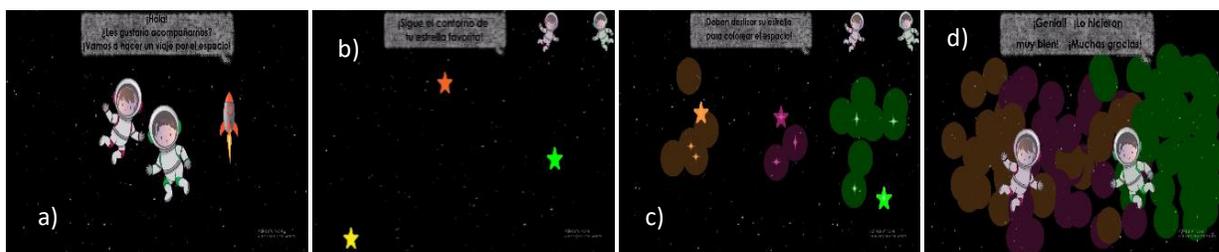


Figura 22. Nivel 1. a) Astronautas dando la bienvenida a los preescolares. b) Tres estrellas que aparecen de manera aleatoria. c) Tres niños coloreando el espacio con la estrella que eligieron. d) Astronautas agradeciendo a los preescolares por su ayuda.

- Nivel 2. Iluminando estrellas.** En este nivel los pequeños astronautas pedirán ayuda a los preescolares para mantener coloreado el contorno de 18 estrellas blancas (Figura 23a). Los preescolares verán los contornos de estrellas blancas sobre el fondo del espacio, y aleatoriamente algunas se iluminarán completamente de diferentes colores. El preescolar del color correspondiente a la estrella iluminada deberá tocarla o golpearla para que el contorno de la estrella permanezca coloreado. Pueden iluminarse una, dos o tres estrellas a la vez. El número de estrellas que se iluminen indica el número de preescolares que de manera simultánea deben colorear el contorno de sus estrellas (Figura 23b). Por ejemplo, si se iluminan tres estrellas, los preescolares correspondientes deben tocar simultáneamente la estrella de su color para que el contorno de las tres estrellas permanezcan coloreados (Figura 23c). En caso de realizar de manera correcta la actividad y según el número de estrellas que se coloreen, los preescolares escucharán una escala de tres notas musicales. El nivel termina cuando los preescolares logran colorear el contorno de las 18 estrellas blancas que aparecen de fondo (Figura 23d).

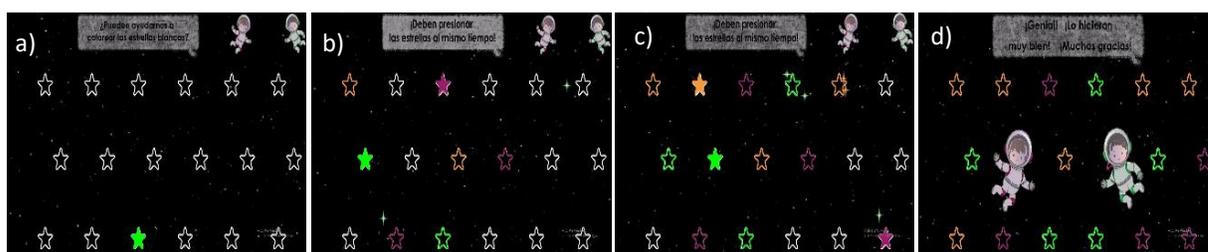


Figura 23. Nivel 2. a) Estrellas blancas de fondo y una estrella iluminada para que un preescolar la presione. b) Dos estrellas y c) tres estrellas iluminadas para que preescolares correspondientes las presionen simultáneamente. d) Astronautas agradeciendo a los preescolares por ayudarles a iluminar todas las estrellas blancas.

- Nivel 3. Formando constelaciones.** Continuando con el paseo por el espacio, los pequeños astronautas encuentran algunas constelaciones que han perdido su forma y piden a los niños su ayuda para armar las constelaciones de nuevo. Sobre el fondo del espacio, los preescolares verán

un conjunto de estrellas con líneas de colores y un número asignado a cada una de ellas. El número es único para cada estrella (Figura 24a). Las estrellas se iluminarán como ayuda visual para que los preescolares entiendan cual es la siguiente estrella que deben presionar. Al igual que en el nivel anterior, también podrán iluminarse una, dos o tres estrellas a la vez indicando el número de preescolares necesarios en la interacción simultánea (Figura 24b). Cuando el preescolar presione una estrella de manera correcta, el preescolar escuchará su número correspondiente, y aparecerá una línea de colores entre las estrellas presionadas (Figura 24c). Al finalizar el nivel los preescolares habrán formado, con la ayuda de todos, una constelación (Figura 24d). Estrellitas Elásticas contiene 11 constelaciones diferentes, con el objetivo de que los preescolares no pierdan el interés en las actividades y practiquen mayores secuencias de números.

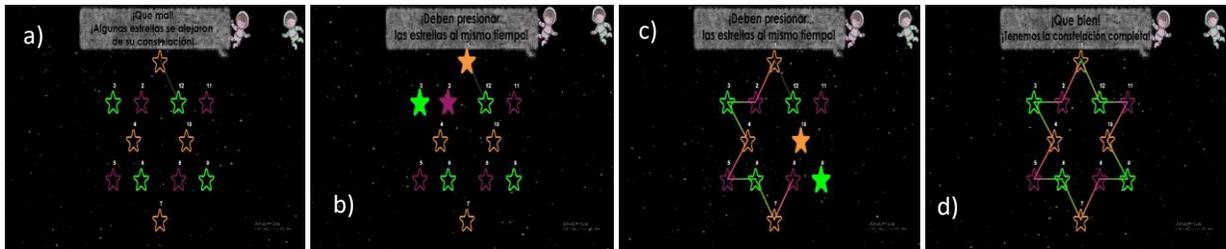


Figura 24. Nivel 3. a) 12 estrellas para que los preescolares formen una constelación. b) Tres estrellas iluminadas para que tres preescolares las presionen simultáneamente. c) Mitad de la constelación formada, dos estrellas iluminadas para que dos preescolares las presionen simultáneamente. d) Constelación formada completamente.

- Nivel 4. Coloreando constelaciones.** Por último, ya con las constelaciones formadas, los pequeños astronautas pedirán la ayuda de los preescolares para llenar de color y en orden las estrellas de la constelación (Figura 25a). En ese momento los preescolares verán el fondo del espacio y la constelación que acaban de formar. Las estrellas tendrán color solamente en su contorno, por lo que los preescolares deberán tocarlas o golpearlas para que las estrellas se colorean completamente y siguiendo la secuencia de sus números (Figura 25b). Por ser el último nivel no se implementarán ayudas visuales para decirle a los niños cuál es la siguiente estrella que deben presionar. Cada estrella está numerada; y cada preescolar respetando su turno y el color de su estrella deberá colorear la estrella siguiendo de manera ordenada la secuencia de números (Figura 25c). De igual forma, cuando llenen de color cada estrella irán escuchando el número que representa. Y finalmente los pequeños astronautas agradecerán la ayuda de los niños y se despedirán hasta la siguiente aventura en el espacio (Figura 25d).

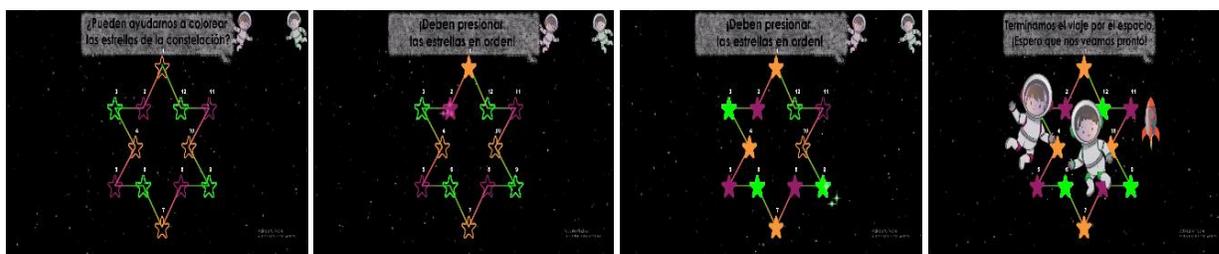


Figura 25. Nivel 4. a) Constelación formada, las estrellas sólo coloreadas en su contorno. b) Primera estrella iluminada al ser presionada por un preescolar. c) Nueve estrellas de la constelación iluminadas por los preescolares. d) Astronautas agradeciendo a los preescolares por ayudarles a colorear la constelación.

3.3.3 Escenario de uso

Para ejemplificar el uso de Estrellitas Elásticas se presenta el siguiente escenario de uso:

La maestra Alejandra, es maestra de segundo grado de preescolar, y decide que este día sus alumnos utilizarán Estrellitas Elásticas. Alejandra les pide a sus alumnos que se organicen en equipos de 3. Para empezar a fomentar la tolerancia y el respeto de turnos. Alejandra indica el orden en que los equipos pasaran a jugar con Estrellitas Elásticas.

El primer equipo está formado por Daniel, Camila y Manuel. Los tres preescolares pasan a jugar con Estrellitas Elásticas y escuchan las indicaciones de los astronautas, entonces comienzan a interactuar con la tela para elegir la estrella de su color favorito (nivel 1). Daniel rápidamente presiona la estrella verde. Camila espera a que aparezca una estrella roja y la presiona. Después, Manuel ve una estrella azul y la presiona con fuerza para atraparla. Ahora que ya los tres han elegido su estrella, comienzan a deslizar su mano para colorear el espacio. Mientras colorean, los preescolares escuchan las notas musicales que se reproducen al tocar sobre la tela.

Los niños continúan acompañando a los pequeños astronautas en su viaje y jugando de manera cooperativa durante los siguientes niveles. Enseguida, los pequeños astronautas piden ayuda a los preescolares para colorear el contorno de las estrellas blancas (nivel 2). Se ilumina la estrella roja y verde al mismo tiempo, Camila y Daniel reconocen su color en las estrellas iluminadas y presionan la estrella que les corresponde. Después, se ilumina la estrella azul y la roja. Camila y Manuel corren y presionan la estrella de su color. Enseguida, se ilumina la estrella roja, azul, y verde. Todos los niños saltan para tocar la estrella de su color de manera simultánea mientras ríen.

Una vez que colorean las 18 estrellas, Estrellitas Elásticas muestra una constelación de 12 estrellas. Los pequeños astronautas piden ayuda para formar la constelación correspondiente (nivel 3). Se ilumina la estrella #1 de color azul. Esto llama la atención de Camila, quién al darse cuenta que no es la estrella de su color, le avisa a Manuel que presione la primera estrella. Cuando Manuel presiona la estrella escucha el número “uno”. Enseguida los niños ven que se ilumina de verde la estrella #2 y de rojo la estrella #3. Camila rápido presiona la estrella roja #3 y le pide a Daniel que presione la estrella verde #2. Cuando Daniel presiona la estrella #2, los niños escuchan el número “dos” y después escuchan “tres”. Al mismo tiempo ven como aparecen las líneas de colores que unen las estrellas. Los niños siguen interactuando con la tela hasta que completan la constelación y ven que se ha formado una gran estrella de 6 picos.

Finalmente, los pequeños astronautas piden ayuda a los preescolares para presionar las estrellas de la constelación siguiendo el orden de la serie de números y según el color que les corresponde (nivel 4). Manuel recuerda que la estrella #1 es de color azul, así que le toca a él presionarla. Después de que Manuel presiona su estrella, le avisa a Daniel que es su turno y debe presionar la estrella #2. Camila espera a que Daniel presione su estrella y ya está lista para presionar la estrella roja #3. Así siguen los preescolares tomando turnos para presionar las estrellas de su color siguiendo el orden de la serie numérica, hasta colorear las 12 estrellas de la constelación.

Al finalizar los cuatro niveles de Estrellitas Elásticas, los preescolares colorearon una constelación de estrellas con sus colores favoritos. La maestra Alejandra manda a imprimir el dibujo para que los niños se lleven su recuerdo de la actividad del día. Después, pasa a jugar el siguiente equipo de tres niños, según los turnos que la maestra asignó al inicio.

3.4 Implementación de Estrellitas Elásticas

3.4.1 Arquitectura del sistema

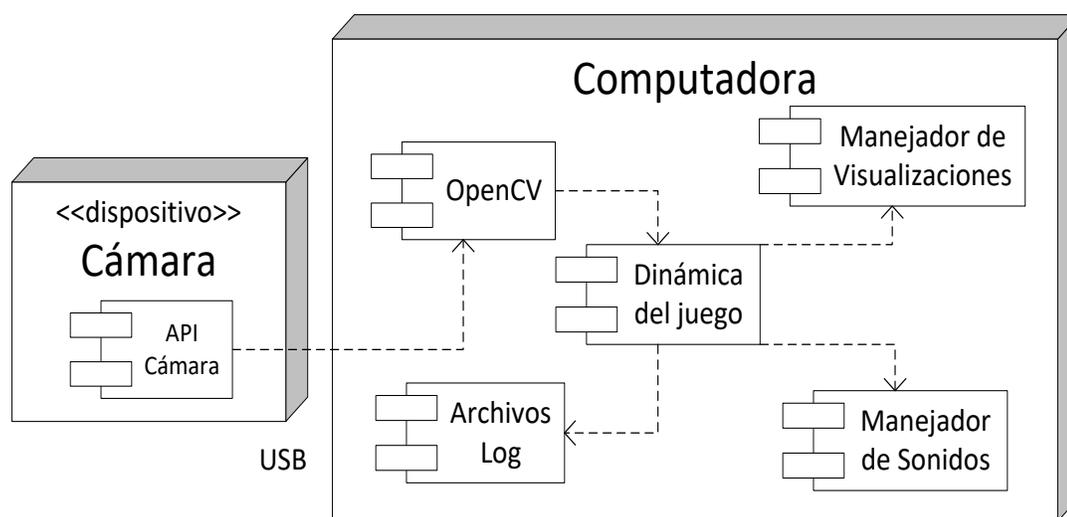


Figura 26. Diagrama de despliegue de Estrellitas Elásticas

Los dispositivos de hardware que forman la instalación de Estrellitas Elásticas son: un cámara Web ELP de amplio rango de visión, un proyector NEC de distancia de proyección ultra corta y una computadora DELL Precision T1700 con sistema operativo Windows 8.1, procesador Intel Core i7 de 64 bits, 2TB de disco duro y 16GB de memoria RAM (Figura 27). Estrellitas Elásticas se desarrolló en Processing¹⁷ (Figura 26, dinámica del juego). Processing es un lenguaje y un entorno de programación de código abierto basado en Java y enfocado en la producción de proyectos multimedia e interactivos.

La cámara web capta las imágenes para la detección de las interacciones de los niños sobre la tela y envía las imágenes a la computadora (Figura 26 API cámara). Las imágenes de la cámara se procesan en una aplicación (Figura 26, OpenCV) y posteriormente envía la información de las interacciones al juego. Más adelante se explica a detalle el funcionamiento de la aplicación en OpenCV. Una vez que la dinámica del juego recibe la información de las interacciones, se procesa esta información y se guarda un archivo con el historial del detalle de estas interacciones que se detectaron (Figura 26, archivos log).

De acuerdo a las interacciones con la tela, el juego provee la retroalimentación multi-sensorial correspondiente. Esta retroalimentación se da por medio del proyector, que despliega la visualización de las animaciones sobre la tela interactiva (Figura 26, manejador de visualizaciones). Para la animación de

¹⁷ **Processing:** <https://processing.org/>

fondo del espacio, se utilizó un shader¹⁸ que incluye el fondo negro con estrellitas blancas en movimiento. En cuanto a los sonidos del juego (Figura 26, manejador de sonidos), se utilizó el API de JavaSound¹⁹ como sintetizador de instrumentos y para la reproducción de las notas musicales de fondo y las instrucciones en audio del juego. Para generar el audio de las instrucciones se utilizó Loquendo TTS²⁰.

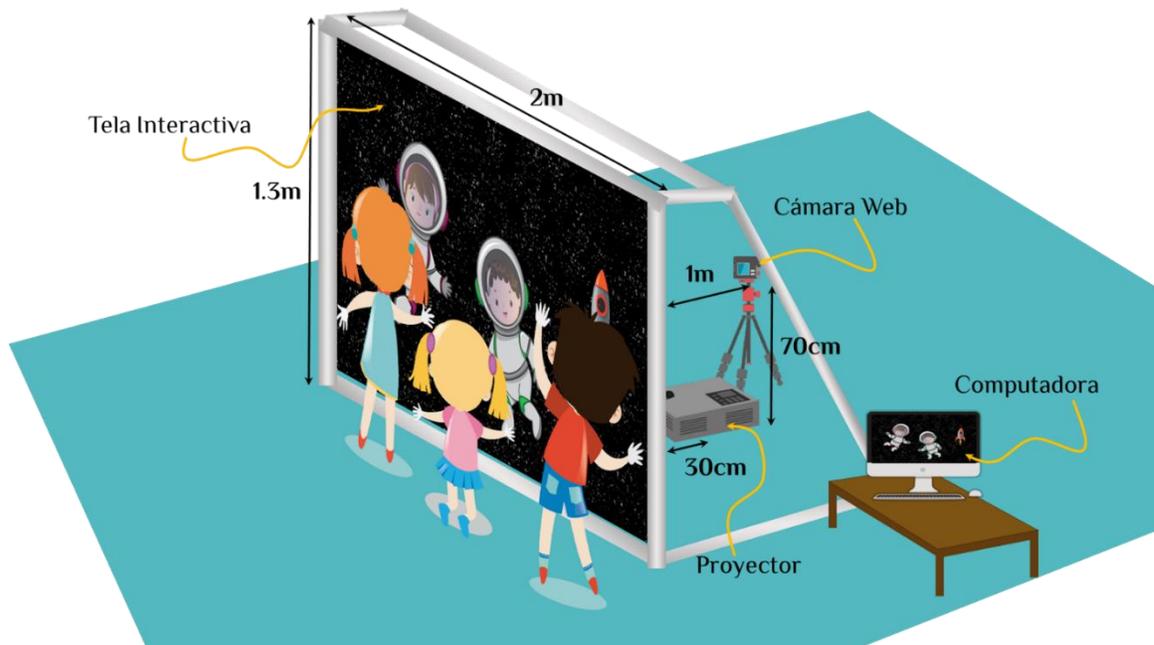


Figura 27 Configuración de los componentes físicos de la instalación de Estrellitas Elásticas.

3.4.2 Detección de las interacciones

Identificar al jugador y saber la posición de su interacción sobre la tela, fue uno de los principales retos desde el punto de vista técnico. Para resolver este problema se utilizó el enfoque de la detección de colores en imágenes (Figura 26, OpenCV). La ventaja de este enfoque, es que es invariante a la deformación de la tela, y un tanto a la iluminación; sin embargo, es necesaria una calibración de la cámara y de la aplicación.

Para detectar los puntos de interacción e identificar a los niños sobre la tela se desarrolló una aplicación que utiliza OpenCV²¹. OpenCV es una librería de código abierto que incluye algoritmos de visión por computadora y aprendizaje de máquina. Esta librería se utiliza comúnmente para la detección y

¹⁸ **Shader:** <https://www.opengl.org/wiki/Shader>, https://khronos.org/registry/OpenGL/index_gl.php

¹⁹ **JavaSound:** <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/sound/>

²⁰ **Loquendo TTS:** software para convertir de texto a voz, incluye diferentes voces, idiomas y entonaciones.

²¹ **OpenCV:** <http://opencv.org/>

reconocimiento de rostros y objetos. La aplicación que se desarrolló (Figura 28, izquierda) detecta colores en las imágenes que la cámara web capta.



Figura 28. Aplicación para la detección de las interacciones (izquierda). Lámparas de colores utilizadas para las interacciones (derecha).

Esta aplicación se integra a la dinámica del juego para obtener la información de las interacciones en tiempo real y proveer la retroalimentación correspondiente. Para lograr la detección de colores a través de esta aplicación (Figura 28, izquierda), los preescolares que jueguen con la superficie interactiva portarán en su mano un guante que tiene una pequeña lámpara de color. Para diferenciar a cada uno de los jugadores, las lámparas son de tres colores diferentes (Figura 28, derecha).

El procesamiento que se le hace a la imagen para poder detectar e identificar el color de las lámparas con las que se interactúa sobre la tela, consta de varios pasos (Figura 29). El mismo procedimiento se realiza para los tres tonos de las lámparas:

1. Obtener la imagen de la cámara web.
2. Ajustar el brillo de la imagen en un valor de 10.
3. Transformar la imagen en una representación con el modelo de color HSV²².
4. Seleccionar sólo la información del canal de tonos (H) de la imagen y enviarla al canal de grises.
5. Filtrar la imagen, seleccionando los píxeles que tengan un tono en el rango de búsqueda.
6. Obtener una imagen en blanco y negro: blancos los píxeles que coinciden con el tono buscado, negros los píxeles que no coinciden con el tono.

²² **HSV:** Del inglés *Hue, Saturation, Value*. Se trata de una transformación no lineal del espacio de color RGB.

7. Buscar los contornos de las áreas blancas que existan en la imagen.
8. Filtrar los contornos menores de 15 pixeles y mayores de 40 pixeles.
9. Obtener la posición exacta del centro de los contornos resultantes.

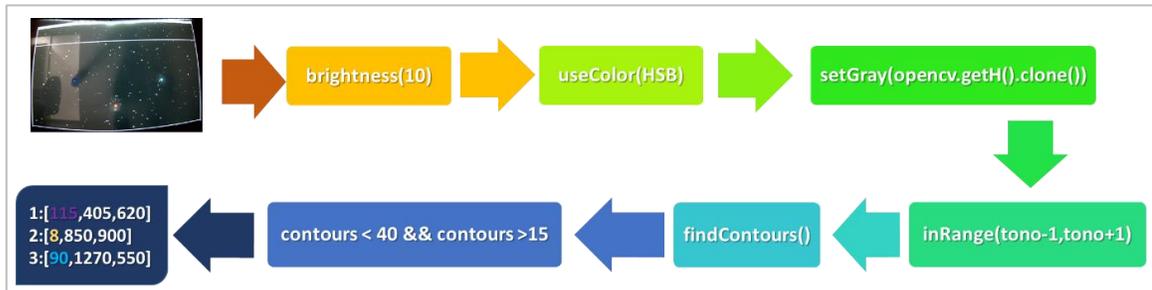


Figura 29. Proceso para la detección e identificación de las interacciones sobre la tela interactiva

Antes de utilizar Estrellitas Elásticas por primera vez en una nueva ubicación, es necesario calibrar la aplicación para la detección de interacciones. Esta calibración puede hacerse por las maestras de preescolar, y para ello se desarrolló una aplicación que permite definir el tono de las lámparas y ajustar la exactitud en la detección de la posición de las interacciones.

La aplicación para calibración consta de dos ventanas, una se proyecta sobre la tela (Figura 30, izquierda) y la otra se puede observar en el monitor de la computadora (Figura 30, derecha). El proceso de calibración implica dos etapas:

- **Definir los tonos de las lámparas.** La maestra debe tocar la tela con una de las lámparas y dar clic en el área de color de la lámpara que capta la cámara, en la vista del monitor. Se debe repetir esta acción para las tres lámparas.
- **Ajustar la detección de las posiciones.** La maestra debe tocar de nuevo la tela con una de las lámparas. Esta acción hará que la maestra pueda observar, en la vista de la tela, un círculo blanco en la posición que se está detectando la interacción. En caso de que exista un desfase entre la posición del círculo blanco y la lámpara, la maestra deberá mover el círculo blanco con la ayuda de las flechas del teclado.

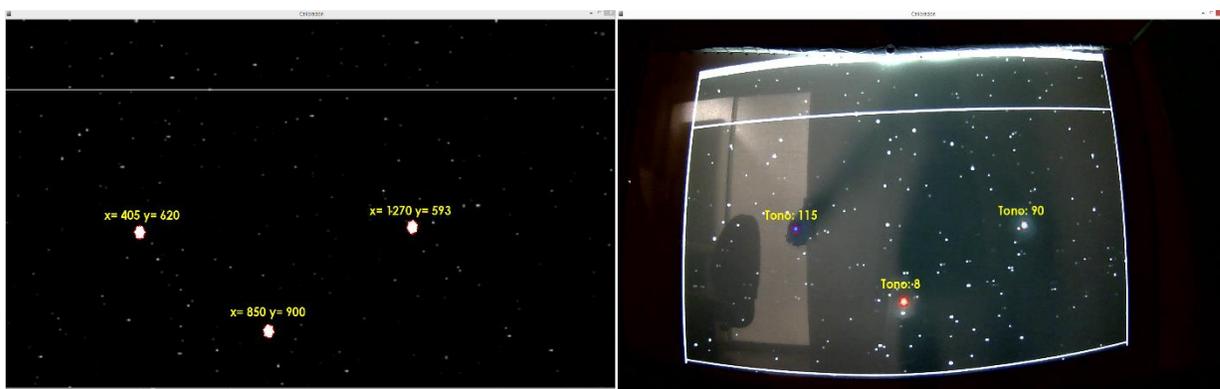


Figura 30. Aplicación para la calibración de Estrellitas Elásticas. Vista en la tela (izquierda). Vista en el monitor (derecha).

Cuando se toca la tela con una de las lámparas, en las pantallas se verá la información correspondiente a la interacción. La calibración está completa cuando se pueden detectar los tres tonos de las lámparas y el círculo blanco aparece justo donde se toca la tela. Después de realizar correctamente este proceso, los preescolares pueden jugar con Estrellitas Elásticas sin problemas. No es necesario calibrar de nuevo, a menos que cambien drásticamente las condiciones de iluminación o el lugar de la instalación.

3.5 Conclusiones

En este capítulo se detalla el proceso de diseño y desarrollo de la tela interactiva Estrellitas Elásticas. El diseño final es producto de los resultados del estudio contextual y las sesiones de diseño que se realizaron. Durante el proceso de diseño contamos con la participación de un equipo multi-disciplinario que incluyeron, maestras de preescolar (n=6), estudiantes de IHC (n=1), expertos en IHC y superficies interactivas (n=3), y especialistas en psicología (n=1).

Estrellitas Elásticas es una tela interactiva que permite a preescolares practicar actividades de juego cooperativo de manera entretenida y divertida. Además de practicar el juego cooperativo, los preescolares pueden interactuar con el sonido de notas musicales, colores y series numéricas.

Estrellitas Elásticas consta de cuatro niveles de actividades, todos los niveles implementan mecanismos de juego cooperativo (Tabla 4). Estos mecanismos utilizados son: trabajar juntos, tomar turnos y dividir tareas. La temática del juego es acompañar a un par de pequeños astronautas en su viaje por el espacio, ayudándoles a realizar algunas actividades con estrellas, por ejemplo, formar constelaciones.

Estrellitas Elásticas utiliza una cámara web para captar las interacciones que hacen los niños con las lámparas de colores en la tela interactiva. Además, cuenta con una computadora para procesar las imágenes de la cámara web y obtener la información de las interacciones. Estrellitas Elásticas utiliza un proyector para desplegar las animaciones en la tela.

En el desarrollo de éste proyecto puede mostrarse la importancia de la colaboración interdisciplinaria de los expertos en IHC y superficies interactivas con las maestras de preescolar. En particular, la participación de los usuarios finales durante la etapa de diseño de este proyecto fue de suma importancia para lograr que el prototipo cumpla con su propósito y además sea lo más adecuado para sus usuarios.

Capítulo 4. Evaluación de Estrellitas Elásticas

En este capítulo se especifican las actividades que se realizaron para evaluar la experiencia de uso de Estrellitas Elásticas (ver Capítulo 3) y evaluar su capacidad para fomentar el juego cooperativo. Esta evaluación se llevó a cabo durante aproximadamente tres semanas, en el Jardín de Niños “Green Hands College”²³, ubicado en El Sauzal, municipio de Ensenada, Baja California.

A continuación, se describen los objetivos de esta evaluación, así como el diseño y desarrollo del estudio de usuario que se realizó para coleccionar datos. Posteriormente se presenta el análisis de los datos y los resultados obtenidos. Finalmente, se muestran las conclusiones de esta evaluación.

4.1 Objetivos.

El objetivo general de esta evaluación es evaluar si el utilizar mecanismos de cooperación explícitos en las actividades de Estrellitas Elásticas, fomenta de mejor manera el juego cooperativo entre preescolares que el uso de mecanismos implícitos.

Los objetivos específicos de esta evaluación son:

- Evaluar con preescolares la experiencia de juego, y el uso y adopción de Estrellitas Elásticas.
- Evaluar cómo es la cooperación e interacción entre preescolares cuando juegan con Estrellitas Elásticas.

4.2 Diseño del estudio.

4.2.1 Prueba piloto

Antes de llevar a cabo el estudio, se realizó una prueba piloto con el objetivo de evaluar el desempeño de Estrellitas Elásticas al ser usada por niños pequeños. Esta prueba piloto fue exploratoria y se puso especial

²³ **Green Hands College – Facebook.** <https://www.facebook.com/pg/Green-Hands-College-245847988777551/about/>

atención en probar las instrucciones que proporciona el juego, seleccionar el modo de uso y probar si el juego responde adecuadamente ante las interacciones de niños pequeños. También se probó una de las herramientas a utilizar para la colección de datos.

Tabla 5. Orden de participación de los niños en la prueba piloto

Equipo 1		Equipo 2	
# Participante	Edad	# Participante	Edad
2	4 años	1	5 años
3	4 años	4	6 años
6	8 años	5	8 años

En esta prueba participaron 6 niños de entre 4 y 8 años de edad. Con los 6 niños se formaron dos equipos para jugar con Estrellitas Elásticas (Tabla 5). Para cada sesión de juego, los niños interactuaron con la tela de dos formas: utilizando una lámpara y un guante. Durante la mitad de la sesión de juego los niños utilizaron una lámpara circular de 4cm para tocar la tela (Figura 31, izquierda). Durante la segunda mitad, los niños usaron un guante blanco que tiene la lámpara integrada (Figura 31, derecha) y tocar la tela con la palma de la mano abierta. Al finalizar la sesión de juego, a cada niño se le aplicó un cuestionario enfocado en experiencia de juego de Estrellitas Elásticas.

La prueba piloto permitió determinar las siguientes características de Estrellitas Elásticas:

- Los niños ejercen diferentes cantidades de fuerza en sus interacciones, que van desde simples roces sobre la tela, hasta fuertes empujones. La estructura y la tela no tuvieron problemas en resistir la variedad de interacciones hechas por los niños.
- Las interacciones de los niños sobre la tela pudieron detectarse de la misma forma como se habían detectado en las pruebas con adultos. El juego de Estrellitas Elásticas funciona de la misma forma al utilizarse por los niños. No fue necesario realizar correcciones a la aplicación para la detección de las interacciones con niños.
- A los niños se les facilita mucho más realizar las interacciones con la tela al usar los guantes. Cuando no usaban el guante, las lamparitas se les caían o era difícil que las sostuvieran con fuerza. También se les dificultaba sostenerlas en la posición correcta para que se pudieran detectar las interacciones.
- Los seis niños participantes entendieron las preguntas del cuestionario, ninguno tuvo problemas para expresar sus respuestas a través de la herramienta implementada en el cuestionario.



Figura 31. Niños jugando con Estrellitas Elásticas usando la lamparita con sus manos (izquierda). Guantes con lamparita de color integrada para jugar con Estrellitas Elásticas (derecha).

4.2.2 Reclutamiento y características de los participantes

Durante la evaluación, se contó con la participación de 4 maestras de preescolar (Tabla 6) y 30 preescolares (Tabla 7). Las edades de los niños (12 preescolares de cuatro años de edad y 18 de cinco años) se seleccionaron de acuerdo a su etapa de desarrollo, en particular, se seleccionaron preescolares que comienzan con la práctica de juego cooperativo (Parten, 1932).

Tabla 6. Participantes de entrevistas semi-estructuradas

Profesión	Experiencia
Maestra de Preescolar	5 años
Maestra de Inglés en Preescolar	5.5 años
Maestra Sombra de niño de Preescolar	3.5 años
Maestra Sombra de niño de Preescolar	4 años

Los papás de todos los preescolares participantes firmaron un formato de consentimiento (Anexo 1), aceptando la participación de sus hijos en el estudio. Sin embargo, los papás de 10 de los preescolares participantes negaron el permiso para compartir las imágenes o videos de sus hijos (Tabla 7).

Al finalizar la evaluación, se organizó en el jardín de niños, con los preescolares participantes, una pequeña reunión con dulces y pegatinas, como agradecimiento a su participación. En esta reunión se le entregó a cada uno de los preescolares participantes un reconocimiento (Anexo 2) por su participación.

Tabla 7. Información demográfica de los participantes de la evaluación.

# Part	Edad	Género	Compartir Multimedia	Condición Estudio
1	5	F	NO	1
2	5	M	NO	1
3	5	F	SI	1
4	5	F	SI	1
5	5	M	SI	1
6	5	F	SI	1
7	4	M	SI	1
8	5	F	NO	1
9	4	F	SI	1
10	4	M	SI	1
11	5	M	NO	1
12	5	F	SI	1
13	4	F	SI	1
14	4	F	SI	1
15	4	M	SI	1

# Part	Edad	Género	Compartir Multimedia	Condición Estudio
16	5	M	SI	2
17	5	F	SI	2
18	5	F	SI	2
19	5	M	SI	2
20	5	F	SI	2
21	4	F	SI	2
22	5	M	NO	2
23	4	F	NO	2
24	5	M	NO	2
25	5	M	NO	2
26	5	M	NO	2
27	4	M	SI	2
28	4	F	SI	2
29	4	M	SI	2
30	4	F	NO	2

4.2.3 Paradigma de diseño y condiciones del experimento

Para realizar esta evaluación se siguió un paradigma de diseño experimental “entre sujetos”, que consiste en tener una muestra de población diferente para cada una de las condiciones del estudio (Tabla 7). El estudio de evaluación tuvo dos condiciones:

1. **Condición 1.** ‘Cooperación Explícita’. Consiste en jugar los cuatro niveles de Estrellitas Elásticas descritos en el capítulo 3 utilizando mecanismos de cooperación explícitos.
2. **Condición 2.** ‘Cooperación Implícita’. Consiste en jugar los cuatro niveles de Estrellitas Elásticas sin cooperación explícita.

Las dos condiciones del estudio se juegan en la misma instalación e incluyen las mismas actividades. La principal diferencia es que el juego de ‘Cooperación Explícita’ es muy estructurado, con reglas y dinámica de juego restrictiva. Los preescolares deben jugarlo de manera cooperativa y siguiendo las instrucciones de juego para poder avanzar en el juego. Por su parte, la condición ‘Cooperación Implícita’ ofrece un juego más libre y sin tantas restricciones para los preescolares. La dinámica del juego es más fluida y permisiva, ya que no es necesario que los preescolares interactúen entre ellos, ni que jueguen de manera cooperativa para cumplir los objetivos del juego.

4.2.4 Hipótesis

Las hipótesis que dirigen el estudio de evaluación son las siguientes:

- H1.** La experiencia de juego de Estrellitas Elásticas en la condición de 'Cooperación Implícita' es mejor que en la condición de 'Cooperación Explícita'.
- H2.** Los equipos de preescolares practican más juego cooperativo utilizando Estrellitas Elásticas en la condición de 'Cooperación Explícita', que en la condición de 'Cooperación Implícita'.

4.2.5 Instalación de Estrellitas Elásticas

Estrellitas Elásticas se instaló en el fondo de un salón del jardín de niños. Este salón mide 5.2m x 8.9m y se planea acondicionar como un espacio para estimulación sensorial inspirado en el cuarto sensorial 'Snoezelen'²⁴. Este cuarto cuenta con algunos juguetes y materiales de diferentes texturas, tamaños y colores que se utilizarán durante las terapias sensoriales.

El funcionamiento de Estrellitas Elásticas no es invariante a la luz, por lo que se buscó tener las condiciones de luz óptimas. Para hacerlo, se cubrieron las ventanas del salón con plástico oscuro. La iluminación en la que se instaló Estrellitas Elásticas en el salón del jardín de niños fue de aproximadamente entre 20 y 25 lux²⁵, la cual se pudo medir con la ayuda de una aplicación para Android que se llama 'LightMeter' (Figura 32, izquierda). La cámara web también se configuró para adaptarse a las condiciones de luz resultantes en el salón de la instalación (Figura 32 derecha).

²⁴ **Snoezelen Sensory Room.** <http://www.snoezelen.info/>

²⁵ **Lux.** Unidad de intensidad de iluminación del SI. <https://es.oxforddictionaries.com/definition/lux>

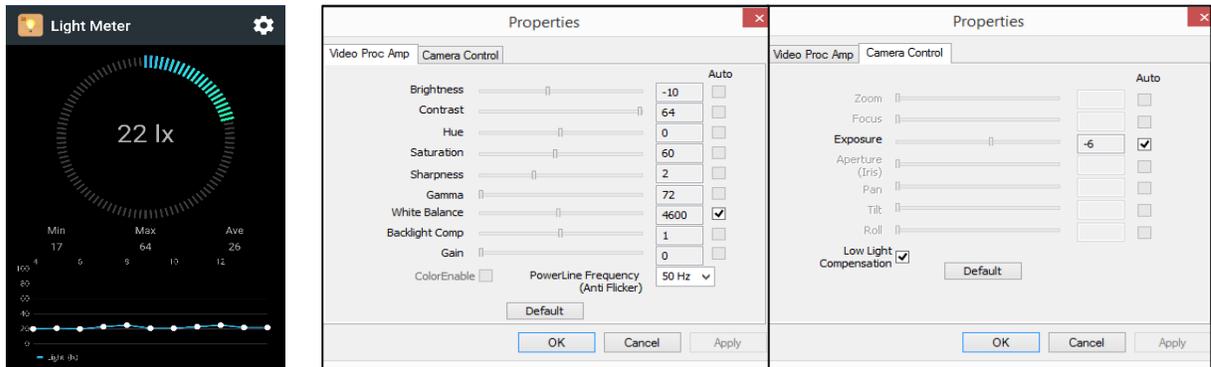


Figura 32. Configuraciones para el funcionamiento de Estrellitas Elásticas
Medición de lux (izquierda). Configuración de la Cámara web (derecha).

La estructura de la instalación (Figura 33) se basa en el diseño original del prototipo Música Flexible (Cibrian, Weibel, et al., 2016). Se cuenta con una estructura de PVC con forma de portería, que sirve como marco de la tela interactiva. El marco mide 2 metros de ancho por 1.3 metros de alto. La tela es de una lycra blanca delgada y funge como superficie.

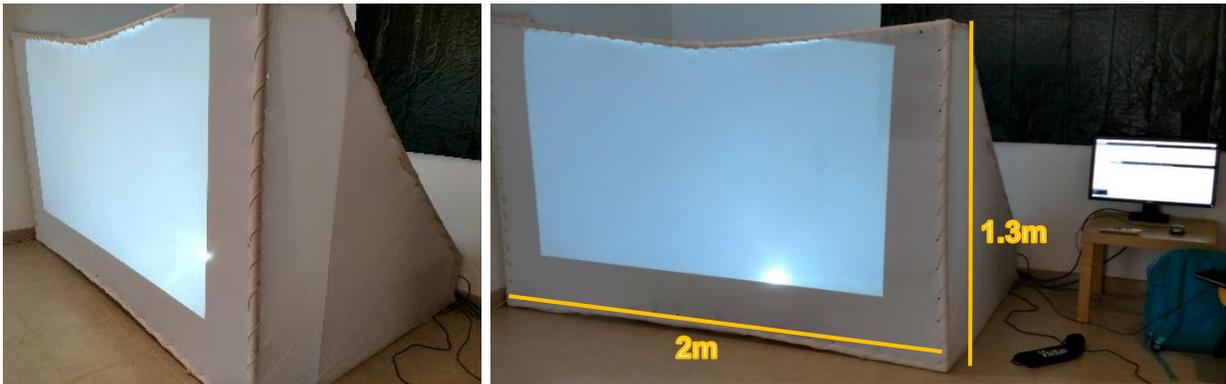


Figura 33. Instalación de Estrellitas Elásticas

Detrás de la tela (Figura 34) se encuentran ubicados el proyector NEC y la cámara web ELP. El proyector está sobre el piso y a 30cm de distancia de la tela. La cámara se posiciona a un metro detrás de la tela y a 70cm de altura. La computadora se encuentra a un costado de la estructura, para facilitar su acceso.

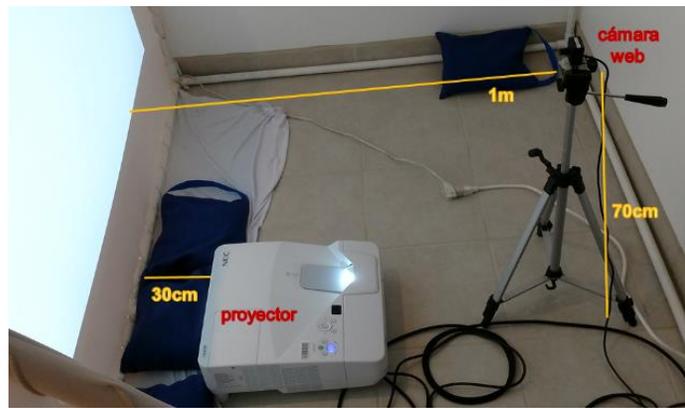


Figura 34. Equipo y componentes de hardware de Estrellitas Elásticas

Los preescolares solo tienen contacto directo con la tela (Figura 35), ya que el resto de los materiales se encuentran detrás de ella. Además, se colocó una cámara de video a un costado de la instalación, para video grabar los movimientos e interacciones de los preescolares sobre la tela durante sus sesiones de juego.

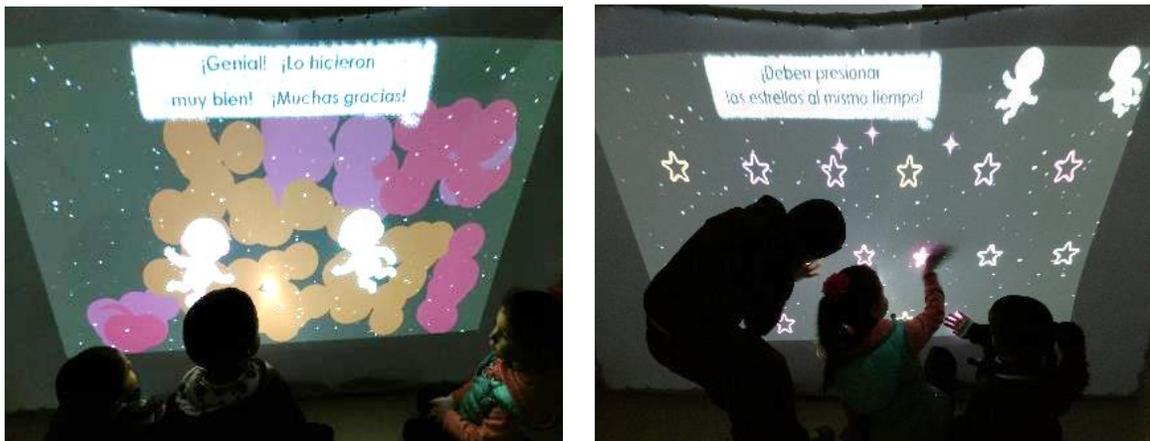


Figura 35. Preescolares jugando con Estrellitas Elásticas con Cooperación Explícita. Coloreando el espacio (izquierda). Iluminando estrellas (derecha)

4.3 Desarrollo del estudio

4.3.1 Procedimientos de control

Cada una de las condiciones del estudio contó con la mitad de los participantes. Entre los 15 participantes de cada condición se formaron 10 equipos de 3 preescolares. Los preescolares se asignaron de manera aleatoria, pero se puso especial cuidado en que cada equipo tuviera participantes de 4 y 5 años de edad;

y que los compañeros fueran diferentes. Todos los preescolares pertenecen a dos equipos, con compañeros distintos, pero en la misma condición del estudio (Tabla 8). Durante cada sesión de juego, los preescolares debieron terminar los cuatro niveles de actividades de Estrellitas Elásticas.

Tabla 8. Orden de la participación de equipos para las dos condiciones del estudio.

Cooperación Explícita			
Equipo	Participantes		
1	3	10	14
2	2	15	7
3	5	12	1
4	8	13	4
5	6	11	9
6	3	10	2
7	1	14	7
8	4	12	11
9	6	13	15
10	5	8	9

Cooperación Implícita			
Equipo	Participantes		
1	17	16	20
2	19	21	18
3	22	23	24
4	25	29	30
5	26	27	28
6	16	22	25
7	18	28	17
8	20	27	21
9	19	29	23
10	30	24	26

La participación de los niños consistió en las siguientes actividades:

- 1 sesión individual para obtención de datos demográficos y diagnóstico de principios de conteo.
- 1 sesión de juego en equipo con los 4 niveles de Estrellitas Elásticas.
- 1 sesión de cuestionario y entrevista individual para evaluar la experiencia de juego.
- 1 sesión de juego en equipo con los 4 niveles de Estrellitas Elásticas.
- 1 sesión de cuestionario y entrevista individual para evaluar la experiencia de juego.

Las sesiones de juego con Estrellitas Elásticas duraron aproximadamente 2 semanas. La última semana del estudio se utilizó para realizar entrevistas a las 4 maestras de preescolar.

4.3.2 Descripción de las participaciones de los preescolares

Durante esta evaluación se trató de interrumpir lo menos posible las clases normales de las maestras. Para controlar la participación de los equipos de preescolares, se retiró del salón de clases a los preescolares según el orden de los equipos definidos (Tabla 8). Generalmente fueron dos preescolares de un salón y un preescolar de otro salón a la vez.

Posteriormente, se condujo a los tres preescolares al salón de la instalación. Antes de la primera sesión de juego, se les mostró la instalación y se les comentó que iban a jugar en equipo. Todos los preescolares tuvieron un corto periodo de entrenamiento (3 min aproximadamente). Se les explicó que debían utilizar uno de los guantes con lamparita de color y la forma en que debían interactuar con la tela.

Durante todas las sesiones de juego estuvo presente una estudiante de IHC, acompañada por una psicóloga u otro estudiante de IHC. Al finalizar cada sesión de juego, dos preescolares pasaban a responder un cuestionario individual mientras el otro coloreaba un dibujo, y después intercambiaban de lugar. Una vez que los tres preescolares respondían el cuestionario y coloreaban su dibujo (el cual se podían llevar de recuerdo), se entregaba a cada uno de ellos a su respectivo salón de clases. Y se procedía a retirar del salón a los integrantes del próximo equipo. Se respetaron los horarios de entrada y salida a recreo para tampoco interferir con las actividades de juego de los niños.

4.3.3 Colección de datos

Las sesiones de juego con la tela interactiva en ambas condiciones se video grabaron y se tomaron fotografías (Figura 36). En total, se obtuvieron 159 min de video sobre sesiones de juego con la tela interactiva. Las entrevistas individuales sobre experiencia de juego de la tela interactiva fueron grabadas en audio y se obtuvieron 355 min de grabación de audio.



Figura 36. Preescolares jugando con Estrellitas Elásticas con Cooperación Explícita. Iluminando estrellas (izquierda). Formando constelaciones (derecha)

Durante varias sesiones de juego, algunas maestras de preescolar pudieron observar las actividades del juego y las reacciones de los niños. Al finalizar las sesiones de juego con la tela interactiva, a cada una de

las maestras se le realizó una entrevista semi-estructurada (Anexo 3). Al inicio de la entrevista se les mostró un par de videos de los preescolares durante sus sesiones de juego, para que tuvieran la oportunidad de observar más de una sesión de juego con la tela interactiva. Los temas que se cuestionaron durante la entrevista involucraron aspectos de: uso y adopción, motivación y enganche, y eficiencia de la tela interactiva. Estas entrevistas fueron grabadas en audio para su análisis posterior, y se obtuvieron un total de 59 min de grabación de audio.

Los cuestionarios que se aplicaron al inicio y al final del estudio incluyeron un cuestionario de diagnóstico y uno de experiencia de juego. Para el diagnóstico de las habilidades en reconocimiento de números y uso de series numéricas, se aplicó un examen (Anexo 4), basado en los reactivos muestra de los Excale²⁶ para pensamiento matemático de preescolar (INEE, 2012). El resultado del examen no es una calificación, si no que indica el número máximo hasta el cual el niño conoce sin equivocarse y es capaz de usarlo para contar en una serie numérica.

Para conocer la experiencia de juego se aplicó un cuestionario (Anexo 5), en el cual se utilizaron herramientas y técnicas apropiadas para la evaluación con preescolares. Primero se utilizó la herramienta de '*5 grados de felicidad*' (Hall, Hume, y Tazzyman, 2016) para responder un cuestionario con una escala Likert de 5 puntos, pero la puntuación se representa con dibujos de caras sonrientes. Para hacer el análisis se obtiene el promedio de las respuestas del cuestionario, y por cada cuestionario se tiene una calificación de 1 a 5.

Además se utilizó la herramienta de '*Sorteo Divertido*' (Read y MacFarlane, 2006), para que los preescolares ordenen tarjetas y seleccionen su nivel favorito. Las tarjetas representan los cuatro niveles del juego, que se deben ordenar según cuatro parámetros: gusto, facilidad, divertido y bonito. Las respuestas se codificaron de 1 a 4, donde 4 representa el nivel que se ordenó en primer lugar y 1 representa el nivel que se ordenó en último lugar, para cada parámetro.

Finalmente, se complementaron los datos de los cuestionarios con una entrevista cualitativa siguiendo el método de 'Entrevista en escalera' para obtener más detalles sobre la experiencia de juego de preescolares (Vanden Abeele, Zaman, y De Grooff, 2012). El uso de este método consiste en entrevistar a

²⁶ **Excale:** Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos

los preescolares y cuestionarles acerca de su respuesta a la pregunta anterior hasta obtener el detalle suficiente en sus respuestas.

4.4 Análisis de datos

Para el análisis de datos, se siguió un análisis mixto utilizando técnicas cualitativas y cuantitativas de análisis. Para analizar los datos del cuestionario se obtuvieron los promedios por participante de acuerdo a la escala de cada cuestionario. Para la codificación de videos se utilizaron técnicas cuantitativas de análisis secuencial²⁷ basado en eventos (Event-Lag), que consisten en codificar los videos de manera sistemática siguiendo un esquema de codificación definido previamente. El esquema de codificación (Figura 37) que se utilizó para el análisis estuvo basado en las Métricas de Desempeño Cooperativo (CPMs) (Seif El-Nasr et al., 2010). Estas métricas (Anexo 6) contienen eventos que se pueden observar durante sesiones de juegos cooperativos, por ejemplo: reír juntos, trabajar en estrategias, ayudar a otros, espera de turnos, esperar a otros e interferirse entre jugadores.

En el esquema de codificación también se agregaron los eventos: reacciones positivas, reacciones negativas e interacciones de los preescolares con la superficie. Los eventos que se observaron en los videos se capturaron utilizando un formulario en Excel (Figura 37).

Para la codificación de los videos se involucraron dos investigadores, que tuvieron un entrenamiento de 30 min sobre el uso del esquema de codificación propuesto. Para medir el acuerdo entre los codificadores (*Inter-Observer Agreement* IOA) se calculó el índice Kappa²⁸. De acuerdo a la interpretación de Kappa (Viera y Garrett, 2005), el IOA obtenido ($\kappa = 0.849$) demuestra que la codificación y el acuerdo entre los investigadores fue casi perfecto ($0.81 < \kappa < 0.99$).

²⁷ **Análisis Secuencial:** Método que mide la ocurrencia de un comportamiento.

²⁸ **Cohen's Kappa:** Medida de la variación del acuerdo entre dos evaluadores/observadores.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
Equipo	Tiempo Total	Nivel	Tiempo	Participante	Reacción		Interacción			Métrica Cooperación	Reir Juntos	Trabajar Estrategias	Ayuda a Otro	Esperar Turno	Esperar a Otro	Interferir entre Ellos	Observaciones				
#					Posit	Negat	#1	#2	#3		RJ	TE	AO	ET	ES	IE					
1		1	0:00:13		1					NONE											
1		1	0:00:37		1		1			RJ	0:00:01										
1		1	0:00:38							AO			0:00:07								
1		1	0:00:45							NONE											
1		1	0:00:47					1		RJ	0:00:01										
1		1	0:00:48							NONE											
1		1	0:00:55							RJ	0:00:23										
1		1	0:01:18		1					NONE											
1		1	0:01:22							RJ	0:00:24										
1		1	0:01:46		1		1			NONE											
1		1	0:01:49		1					TE		0:00:14									
1		1	0:02:03							NONE											
1		1	0:02:18		1			1		IE + AO			0:00:01					0:00:01			
1		1	0:02:19							ET				0:00:01							
1		1	0:02:20		1			1		NONE											
1		1	0:02:27							ET				0:00:06							
1		1	0:02:33							NONE											
2		2	0:02:35							AO			0:00:02								
1		2	0:02:37						1	ET			0:00:02								
2		2	0:02:39					1		NONE											
3		2	0:02:50		1					ET			0:00:05								
4		2	0:02:55							ES + AO			0:00:04		0:00:04						
5		2	0:02:59				1			ET			0:00:07								
6		2	0:03:06							RJ + AO	0:00:04		0:00:04								
7		2	0:03:10						1	ET				0:00:03							
8		2	0:03:13							NONE											
9		2	0:03:16							ES					0:00:06						
0		2	0:03:22					1	1	RJ + AO	0:00:05		0:00:05								
1		2	0:03:27						1	NONE											
2		2	0:03:31					1	1	AO			0:00:37								
3		2	0:04:08		1					NONE											
4		2	0:04:13							TE		0:00:02									
5		2	0:04:15					1	1	NONE											
6		2	0:04:23		1					AO			0:00:35								
7		2	0:04:58					1	1	NONE											

Figura 37. Esquema de codificación utilizado para el análisis de los videos.

Las entrevistas con los preescolares y maestras de preescolar se transcribieron y se analizaron de manera cualitativa. Este análisis se basó en buscar de manera sistemática las citas que pudieran ejemplificar el resultado de los datos cuantitativos.

4.4.1 Pruebas estadísticas

Para comprobar si existe diferencia significativa entre las dos condiciones del estudio se aplicaron pruebas estadísticas. Para determinar la prueba estadística a aplicar, primero se comprobó si la distribución de los datos obtenidos era normal. Esto se hizo utilizando la 'Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk' (Shapiro y Wilk, 1965), con un grado de confianza (α) de 0.05.

Para los datos con distribución normal (*i.e.* experiencia de juego y duración por sesión de juego) se utilizó la 'Prueba T para 2 medias independientes'. Para los datos no-paramétricos (*i.e.* métricas de cooperación) se utilizó la 'Prueba U de Mann-Whitney. Todas las pruebas estadísticas se aplicaron con un grado de confianza (α) de 0.05.

4.5 Resultados y discusión

En general, durante las sesiones de juego con Estrellitas Elásticas se pudo observar algunas actitudes características por parte de los preescolares, diferentes para cada condición del estudio. Al jugar con 'Cooperación Explícita' los preescolares eran respetuosos de los turnos de juego y trataban de ponerse de acuerdo sobre la forma de completar las actividades del juego. Mientras que cuando jugaban con la versión de 'Cooperación Implícita', los preescolares solían obstaculizarse y competir para realizar las interacciones con la tela.

A continuación, se muestran los resultados cuantitativos obtenidos durante la evaluación de Estrellitas Elásticas y que ayudaron a lograr los objetivos de esta evaluación y comprobar las hipótesis planteadas. Los resultados se presentan en términos de uso y adopción, y práctica de juego cooperativo.

4.5.1 Uso y adopción

De acuerdo a las herramientas usadas en el cuestionario (Anexo 5) para evaluar experiencia de juego, se obtuvo lo siguiente:

En '*5 grados de felicidad*' (Hall et al., 2016), en promedio los equipos de preescolares calificaron con un 4.2 a las dos versiones de Estrellitas Elásticas. Se aplicó una prueba T y el resultado ($p = 0.4251$) indica que no existe diferencia significativa entre las calificaciones dadas por los equipos de preescolares para las dos condiciones del estudio.

Sin embargo, en promedio, los equipos de preescolares calificaron con un 4 a 'Cooperación Explícita' después de la primera sesión de juego y aumentó a un 4.33 después de la segunda sesión de juego. El 66.6% de los preescolares aumentaron la calificación, el 20% bajaron la calificación y el 13.3% mantuvo la misma calificación para Estrellitas Elásticas en la segunda sesión de juego (Figura 38, izquierda).

En contraste, los equipos de preescolares calificaron con un 4.23 a la versión 'Cooperación Implícita' después de la primera sesión de juego y posteriormente disminuyó a 4.20. El 40% de los preescolares aumentaron la calificación, el 40% bajaron la calificación y el 20% mantuvo la misma calificación para Estrellitas Elásticas en la segunda sesión de juego (Figura 38, derecha).

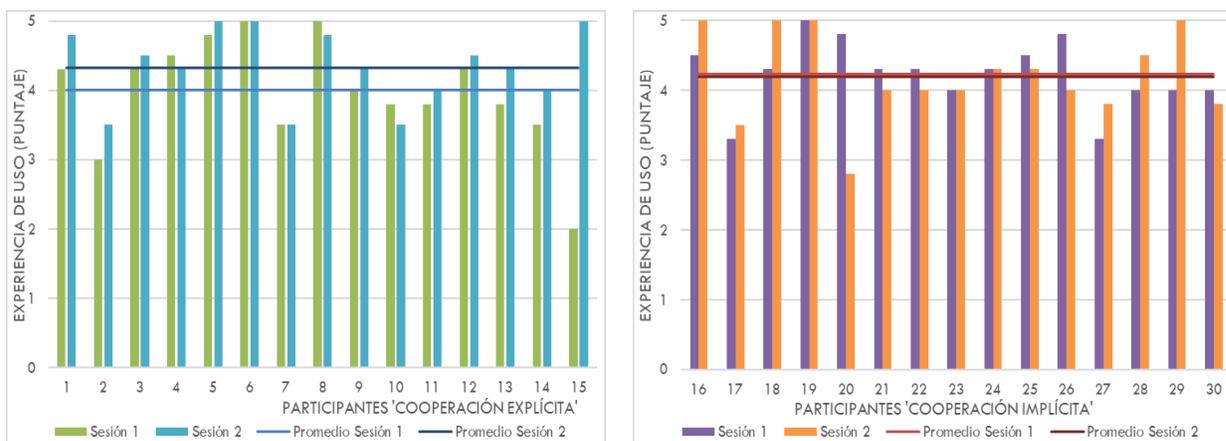


Figura 38. Gráfica de los resultados del cuestionario sobre experiencia de juego de las dos condiciones del estudio. 'Cooperación Explícita' (izquierda). 'Cooperación Implícita' (derecha).

Cabe destacar que los puntajes que dieron los preescolares a Estrellitas Elásticas pudieron estar relacionadas con su estado de ánimo en ese momento. Como caso particular se puede observar las puntuaciones otorgadas por el participante #15 (Figura 38, izquierda), puntaje muy bajo para la primera y puntaje alto para la segunda sesión de juego. Este participante calificó con un promedio de 2 la experiencia de juego en su primera sesión de juego con Estrellitas Elásticas. En esa ocasión el preescolar no se mostraba con buena actitud sobre jugar con un juego como Estrellitas Elásticas, ya que durante la entrevista comentó que a él le gustan los videojuegos como el Wii²⁹:

"[no me gustó Estrellitas Elásticas] porque yo prefiero un juego nuevo, yo tengo un juego nuevo [y es] más increíble, el Wii está más divertido". (Participante 15).

Sin embargo, la puntuación que dio este preescolar en la segunda sesión de juego con Estrellitas Elásticas fue la más alta posible. El preescolar mostró una actitud diferente durante el juego y la entrevista.

En general, la similitud en las calificaciones para las dos condiciones del estudio puede deberse a que las dos versiones de Estrellitas Elásticas son similares en cuestión de los objetivos de las actividades, así como las animaciones, imágenes y sonidos que se incluyen en el juego. Por lo tanto, los preescolares reciben los mismos estímulos multi-sensoriales que son las principales características de lo que ellos comentaron que fue lo que más les gustó del juego. Al respecto un preescolar participante comentó:

²⁹ **Wii:** Consola de videojuegos producida por Nintendo. <https://www.nintendo.es/Wii/Wii-94559.html>

“[Lo que más] me gustaba [fue] atrapar las estrellas, y colorear todo, [porque] me gustaron los colores y los números”. (Participante 2).

Con estos resultados sobre experiencia de juego la Hipótesis 1 (ver 4.2.4 Hipótesis) se rechaza. Esto es, no existe diferencia entre las dos condiciones, en cuanto a experiencia de juego.

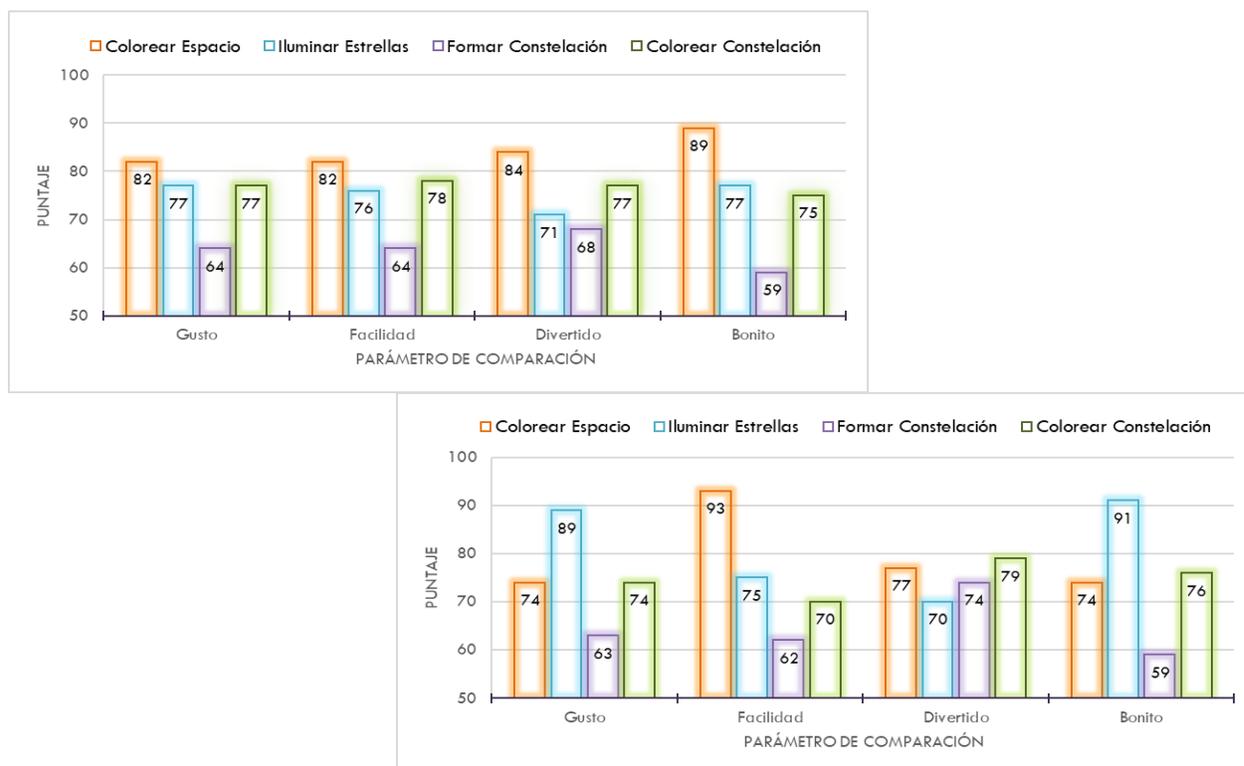


Figura 39. Gráfica de los resultados de *Sorteo Divertido* por nivel del juego. ‘Cooperación Explícita’ (arriba). ‘Cooperación Implícita’ (abajo).

Por otra parte, **‘Sorteo Divertido’** se utilizó para comparar los cuatro niveles que forman las dos versiones del videojuego de acuerdo a cuatro parámetros: gusto, facilidad, divertido y bonito. Las calificaciones que los preescolares asignaron (Figura 39) pueden deberse a que desde el diseño del juego (ver Capítulo 3.3) el nivel de ‘Colorear el espacio’ fue definido como el de menor complejidad, en cuanto a cooperación y pensamiento matemático. Mientras que el nivel ‘Formar constelación’ incluye un incremento en la complejidad en cuanto a pensamiento matemático con respecto al nivel anterior y mantiene un nivel de complejidad considerable para cooperación e interacciones con la superficie. Esto hace que represente un reto mayor para los preescolares que lo juegan.

Sin embargo, los preescolares sólo utilizaron la tela interactiva en dos ocasiones diferentes, por lo que sus calificaciones otorgadas a Estrellitas Elásticas podrían cambiar en caso de que continuaran su uso por un periodo más largo. Los preescolares podrían lograr un mayor aprendizaje y entendimiento sobre la forma correcta de realizar las actividades y completar los niveles (Sweetser y Wyeth, 2005), lo que probablemente reduciría la dificultad con el paso del tiempo.

Un participante explica esta relación entre tiempo y dificultad:

“[Formar constelación] se me hizo un poquito difícil, [... me gustaría jugar otra vez] a ver si se me hace más fácil” (Participante 20)

Para complementar los datos sobre experiencia de juego obtenidos directamente del cuestionario, se analizaron los videos de las sesiones de juego con la tela interactiva de acuerdo a las reacciones individuales que tuvieron los preescolares. Esto permitió tener información sobre la actitud mostrada por los preescolares durante las sesiones de juego en equipo.

En cuanto a reacciones positivas (risas, sonrisas, asombro), para la condición de ‘Cooperación Explícita’ los preescolares tuvieron más reacciones positivas que para la condición de ‘Cooperación Implícita’. En cuanto a reacciones negativas (enojo, desinterés), para la condición de ‘Cooperación Explícita’ los preescolares tuvieron menos reacciones negativas que para la condición de ‘Cooperación Implícita’ (Figura 40).

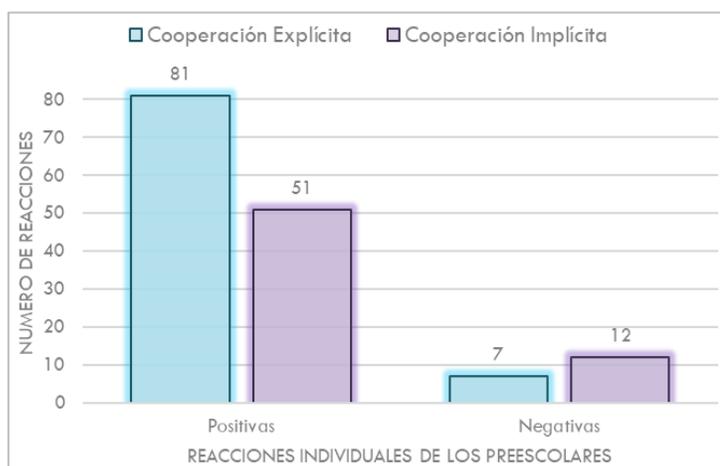


Figura 40. Gráfica de la comparación de las reacciones individuales de los preescolares por condición del estudio.

Las reacciones expresadas por los preescolares durante el juego con la tela interactiva pueden estar relacionadas con la atmósfera de cooperación que se tuvo en las dos condiciones del estudio (ver 4.5.2

Juego cooperativo). Estas reacciones también dependen de la forma de ser y el humor durante las sesiones de juego. Sin embargo, con los resultados obtenidos se puede ver que los preescolares tienen una mejor actitud mientras juegan con Estrellitas Elásticas con 'Cooperación Explícita'.

En cuanto a la duración de las sesiones de juego, se pudo observar que en promedio, las sesiones de 'Cooperación Explícita' fueron de 9 min para la primera y segunda sesión (Figura 41, izquierda). En contraste, para la condición de 'Cooperación Implícita' la duración promedio para la primera sesión de juego fue de 6 min y para la segunda sesión aumentó a 8 minutos (Figura 41, derecha).

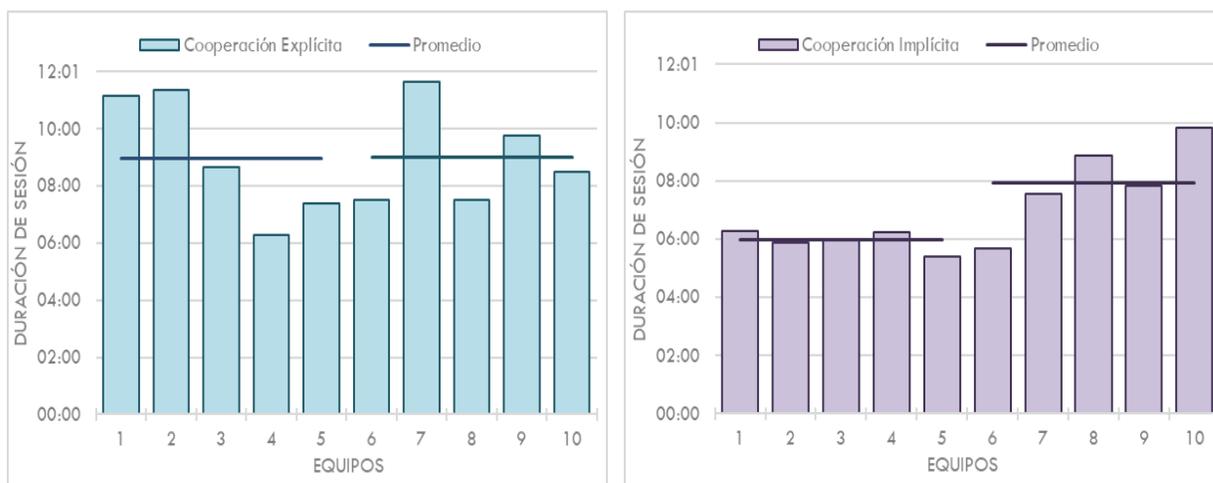


Figura 41. Gráfica de la comparación de la duración de las sesiones de juego por condición del estudio. 'Cooperación Explícita' (izquierda). 'Cooperación Implícita' (derecha).

Una posible explicación de esta variación en tiempo es que usar el prototipo en la condición 'Cooperación Implícita' conlleva una curva de aprendizaje. Es decir, los preescolares necesitan entender y aprender que el videojuego puede jugarse de manera cooperativa, ya que no cuenta con instrucciones que permiten a los niños identificar estos mecanismos de cooperación explícitos y comprender la dinámica del juego. Mientras que la condición de 'Cooperación Explícita', al implementar mecanismos de cooperación, demanda que los preescolares jueguen de forma cooperativa. El no tener los mecanismos de colaboración explícitos provoca que les tome más tiempo en organizarse y completar las actividades del juego en conjunto.

Para el total de las participaciones de los niños, en promedio la duración de las sesiones de 'Cooperación Explícita' fue 1.29 veces más que la duración de las sesiones de 'Cooperación Implícita'. Se aplicó una prueba T para estos datos y el resultado ($p = 0.008$) indica que si existe una diferencia significativa entre

la duración de ambas condiciones del estudio (Tabla 9). Es decir, que los preescolares pasan más tiempo jugando con Estrellitas Elásticas en la condición de Cooperación Explícita.

Tabla 9. Resultados comparativos de las condiciones del estudio con respecto a la duración de las sesiones de juego.

	Cooperación Explícita	Cooperación Implícita	Prueba T ($\alpha = 0.05$)
Tiempo en Segundos	Duración de Sesiones	Duración de Sesiones	
Total	5393	4174	t = 2.656 p = 0.008
Promedio	539	417	
Desviación estándar	114	90	

En cuanto a experiencia de juego, uso y adopción de Estrellitas Elásticas, los preescolares que participaron en esta evaluación otorgaron puntuaciones bastante positivas. Los resultados indican que las dos condiciones de Estrellitas Elásticas lograron entretener y divertir a los preescolares.

La condición de Cooperación Explícita, aun con la dinámica y reglas de juego estructurado, genera una buena experiencia de juego entre los preescolares. Estos resultados pueden deberse a que Estrellitas Elásticas provee bastantes estímulos multi-sensoriales (*i.e.* sonidos y animaciones) y además representa una actividad novedosa y llamativa para los preescolares.

Esto da indicios de que se tomaron buenas decisiones durante el proceso de diseño de Estrellitas Elásticas y de que se logró desarrollar una tela interactiva con actividades, objetivos y retroalimentación adecuada para preescolares.

4.5.2 Juego cooperativo

Para su mejor entendimiento, se presentan los resultados que se obtuvieron a partir de las Métricas de Desempeño Cooperativo (CPMs) (Seif El-Nasr et al., 2010), desglosados por cada una de las seis métricas.

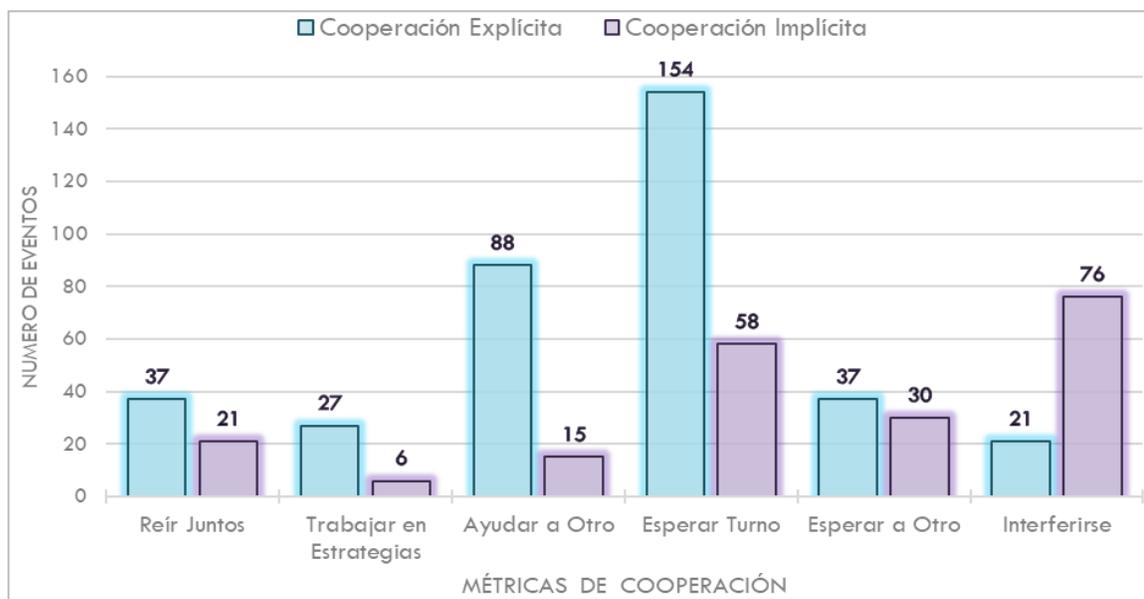


Figura 42. Gráfica de la comparación del número de eventos de CPMs por condición del estudio

- **Reír Juntos.** El número de eventos etiquetados como ‘Reír Juntos’ fue 1.76 veces más para la condición de ‘Cooperación Explícita’ (Figura 42), sin embargo, el resultado ($p = 0.05592$) de una prueba Mann-Whitney U indica que no existe diferencia significativa entre los eventos ‘Reír Juntos’ para las dos condiciones del estudio (Tabla 10). Este resultado es consistente con el obtenido a partir de la calificación que dieron los preescolares sobre la experiencia de juego de Estrellitas Elástica (4.5.1 Uso y Adopción). Analizando la dispersión de los datos, la desviación estándar se encuentra muy cercana al promedio para las dos condiciones del estudio (Tabla 10). Para la condición de Cooperación Explícita la desviación estándar es de 3.082 y el promedio es 4, para la condición ‘Cooperación Implícita’ la desviación estándar es de 1.414 y el promedio es 2. Esto indica que en las dos condiciones hubo tanto preescolares muy expresivos y sonrientes, como preescolares serios y tímidos. Por lo que este resultado depende mucho de la actitud y el humor que tengan los preescolares al momento de jugar con la tela interactiva.
- **Trabajar en Estrategias.** El número de eventos etiquetados como ‘Trabajar en Estrategias’ fue 4.5 veces más para la condición de ‘Cooperación Explícita’ (Figura 42). Se observó que los preescolares trabajan más en estrategias cuando los niños jugaban con la versión de ‘Cooperación Explícita’. Esta diferencia fue significativa ($p = 0.00126$) según una prueba Mann-Whitney U (Tabla 10).
- **Ayudar a Otro.** Los eventos etiquetados de ‘Ayudar a Otro’ fueron 5.86 veces más para la versión ‘Cooperación Explícita’ (Figura 42) que en la condición de ‘Cooperación Implícita’. Se observó que los preescolares ayudan más a sus compañeros de juego, con una diferencia significativa ($p = 0.00012$) según una prueba Mann-Whitney U, cuando los niños jugaban con la versión ‘Cooperación Explícita’ (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados comparativos de las condiciones del estudio con respecto a las CPMs.

		Frecuencia de Eventos					
		Reír Juntos	Trabajar en Estrategias	Ayudar a Otro	Esperar Turno	Esperar a Otro	Interferirse
Cooperación Explícita	Total	37	27	88	154	37	21
	Promedio	4	1.8	9.4	17	5	2.8
	Desviación Estándar	3.082	0.45	4.83	2	1	3.564
Cooperación Implícita	Total	21	6	15	58	30	76
	Promedio	2	0.6	1.6	4.6	2	7.4
	Desviación Estándar	1.414	0.55	1.52	2.07	2.92	3.647
Prueba Mann-Whitney U ($\alpha = 0.05$)	U	28.5	9.5	1	5.5	38.5	7
	Z-Score	1.587	3.02	3.67	3.33	0.83	-3.21
	p	0.05592	0.00126	0.00012	0.00004	0.20327	0.00066

- **Esperar Turno.** EL número de eventos etiquetados de ‘Esperar Turno’ fue 2.65 veces más para la versión ‘Cooperación Explícita’ (Figura 42). Se observó que los preescolares esperan más su turno de juego, con una diferencia significativa ($p = 0.00004$) según una prueba Mann-Whitney U, cuando los niños jugaban con la versión de ‘Cooperación Explícita’ (Tabla 10).
- **Esperar a Otro.** Los eventos etiquetados de ‘Esperar a Otro’ fueron 1.23 veces más para la versión ‘Cooperación Explícita’ (Figura 42), sin embargo, el resultado ($p = 0.20327$) de una prueba Mann-Whitney U nos indica que no existe diferencia significativa entre los eventos ‘Esperar a Otro’ para las dos condiciones del estudio (Tabla 10).
- **Interferirse.** El número de eventos etiquetados de ‘Interferirse’ fue 3.61 veces más para la versión ‘Cooperación Implícita’ (Figura 42). Se observó que los preescolares interfieren más a sus compañeros de juego, con una diferencia significativa ($p = 0.00066$) según una prueba Mann-Whitney U, cuando los niños jugaban con la versión ‘Cooperación Implícita’ (Tabla 10). En cuanto a la desviación estándar, se puede observar que se encuentra por arriba del promedio para la condición de ‘Cooperación Explícita’. Esto indica que uno de los equipos presentó un número muy grande de eventos ‘Interferirse’, en comparación con el resto de los equipos.

Revisando los datos obtenidos sobre eventos de ‘Interferirse’ por equipo y por participante de la condición ‘Cooperación Explícita’, se observa que uno solo de los preescolares, durante su primera sesión de juego, presentó 6 eventos (Figura 43). A diferencia del resto de los preescolares, que se mantuvieron entre 0 y 2 eventos por sesión de juego con la tela interactiva.

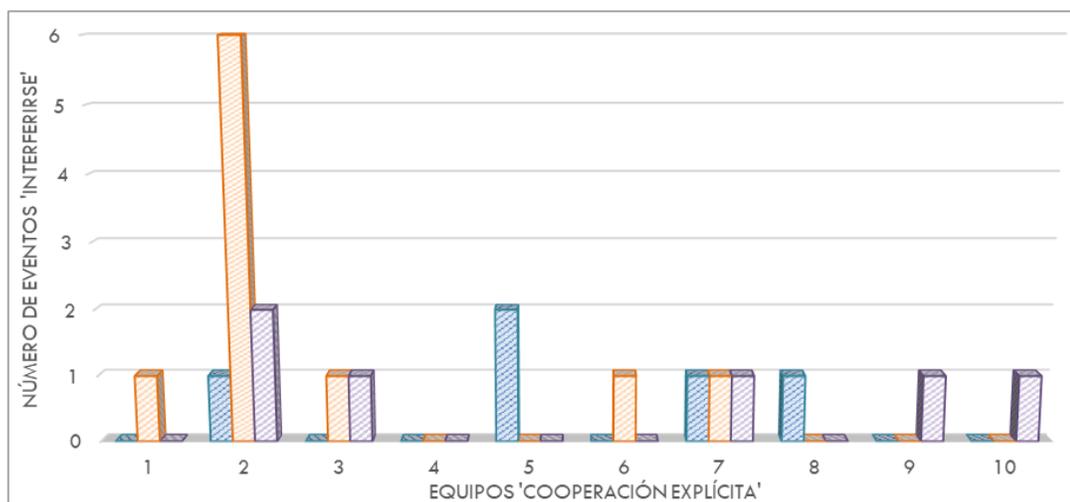


Figura 43. Gráfica del número de eventos 'Interferirse' en Estrellitas Elásticas con Cooperación Explícita por participante y equipo

En general, los resultados que se obtuvieron a partir de estas pruebas implican que los preescolares disfrutaron el juego y se divierten de manera similar en ambas condiciones del estudio. Esto también puede deberse a que los juegos de las dos condiciones son muy similares, cuentan con las mismas actividades, animaciones, sonidos, colores, etc. Lo único que cambia son las reglas de juego, ya que en la condición de 'Cooperación Explícita' debe jugarse estrictamente de forma cooperativa. A pesar de estas restricciones parece que los niños se divierten y juegan en una atmósfera positiva de igual forma que con la condición que permite el juego de manera libre y sin restricciones de cooperación.

Los resultados también indican que los preescolares juegan más de manera cooperativa con 'Cooperación Explícita' que con la versión 'Cooperación Implícita', ya que trabajan más en estrategias, ayudan más a sus compañeros y esperan más su turno de juego. Y cuando los preescolares juegan con la versión 'Cooperación Implícita' presentan más problemas de cooperación, ya que interfieren más a sus compañeros de juego y no respetan turnos de juego.

De igual forma, las maestras que se entrevistaron resaltaron las actitudes de cooperación que los niños presentaron cuando jugaban con Estrellitas Elásticas en la condición de 'Cooperación Explícita':

“Escuché que tenían comunicación entre ellos, que se estaban apoyando, que estaban esperando un turno, que tenían un lenguaje referente a la actividad, [...] estaban resolviendo una problemática, que en ese momento a lo mejor no sabían cómo enlazar las estrellas o qué estrellitas pintar, pero poco a poco empiezan a familiarizarse y lo lograron. (Maestra de Preescolar)

Sin embargo, los preescolares no jugaron con la tela interactiva durante un largo periodo. Por lo que sería interesante ver estos resultados en comparación con el uso de la tela interactiva a largo plazo.

Dado que sí existe diferencia entre la cooperación con Estrellitas Elásticas usando la condición de ‘Cooperación Explícita’ en contraste con la condición ‘Cooperación Implícita’, se acepta la Hipótesis 2 (ver 4.2.4 Hipótesis). En general, los preescolares practican más juego cooperativo en la condición de ‘Cooperación Explícita’.

En cuanto al tiempo de cooperación por sesión de juego, en promedio los equipos de ‘Cooperación Explícita’ pasaron el 35% del tiempo realizando actividades relacionadas con las métricas de cooperación (CPMs), en comparación con los equipos de la versión ‘Cooperación Implícita’ que sólo pasaron el 25% (Figura 44). Esto indica que cuando los preescolares juegan con ‘Cooperación Explícita’ y debido a que implementa tomar turnos, dividir tareas y trabajar juntos como mecanismos para juego cooperativo, los preescolares están más dispuestos a jugar de manera cooperativa.

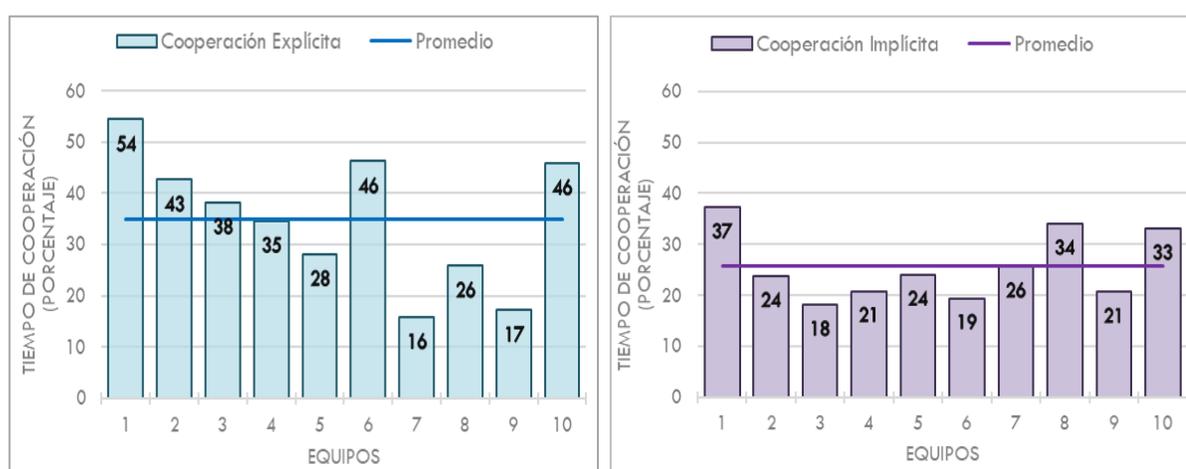


Figura 44. Gráfica de la comparación del tiempo de cooperación en las sesiones por condición del estudio. ‘Cooperación Explícita’ (izquierda). ‘Cooperación Implícita’ (derecha)

De igual forma, a través de la implementación de los mecanismos para juego cooperativo y la dinámica del juego de Estrellitas Elásticas en la condición de Cooperación Explícita, permite homogeneizar la participación de los preescolares durante el juego.

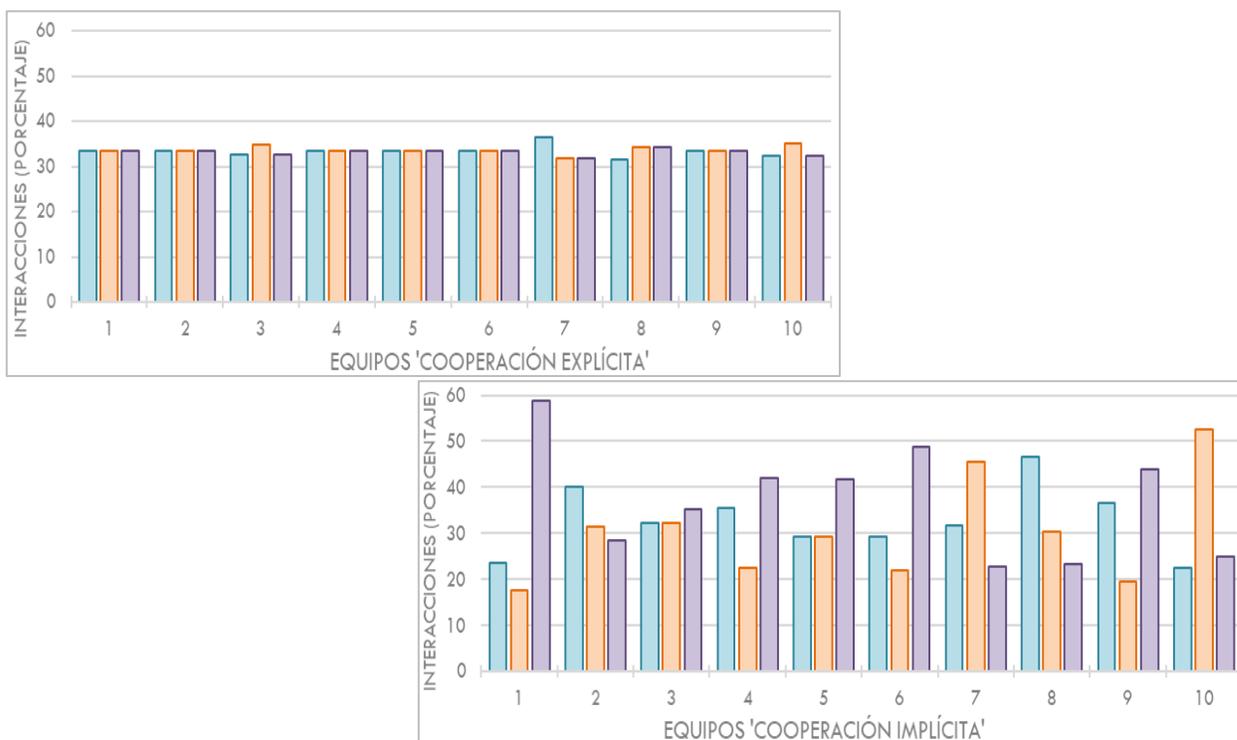


Figura 45. Gráfica de la comparación de la participación de los preescolares en las sesiones de juego por condición del estudio. 'Cooperación Explícita' (arriba). 'Cooperación Implícita' (abajo).

Es decir, se le da las mismas oportunidades de interacción durante el juego a los tres preescolares. Lo que en la condición de Estrellitas Elásticas 'Cooperación Implícita' no se logra, a pesar de que incluye las mismas actividades y objetivos, ya que el orden y el flujo de las interacciones son decisiones de los preescolares y no de las reglas del juego (Figura 45).

En general, Estrellitas Elásticas fomenta el juego cooperativo entre los preescolares, sobre todo con la condición de Cooperación Explícita. De acuerdo con los resultados, durante las sesiones de juego con la condición de Cooperación Explícita, se presentaron más eventos de ayudas, trabajo en estrategias y espera de turnos por parte de los preescolares.

Los resultados sobre juego cooperativo muestran que las actividades y flujo del juego, los mecanismos y las reglas e instrucciones de Estrellitas Elásticas con Cooperación Explícita fomentan que los preescolares jueguen de manera cooperativa.

También, las maestras entrevistadas comentaron que Estrellitas Elásticas puede ser una buena opción para incluir como material didáctico de diferentes campos formativos para preescolares, especialmente en 'Desarrollo Personal y Social'.

“Se pudiera planear la actividad para que el niño pudiera utilizar este juego y que le pudiera ayudar a que su área social se trabajara más con lo que es trabajo en equipo o trabajo colaborativo [...] Me parece también interesante lo de los números...” (Maestra de Preescolar)

4.6 Conclusiones

En este capítulo se describe la evaluación de Estrellitas Elásticas, una tela interactiva que se diseñó para promover el juego cooperativo entre preescolares. La evaluación duró aproximadamente 3 semanas, durante las cuales se instaló Estrellitas Elásticas en un jardín de niños y 30 preescolares tuvieron la oportunidad de jugar con ella.

Los resultados muestran que Estrellitas Elásticas fomenta que los preescolares jueguen de manera cooperativa e indican que los preescolares se mostraron más dispuestos a ayudar a sus compañeros y a trabajar en estrategias para completar las actividades del juego cuando usaron Estrellitas Elásticas en la condición de ‘Cooperación Explícita’ en contraste a la condición de ‘Cooperación Implícita’. También, los preescolares respetaron los turnos de juego y casi no presentaron problemas entre ellos utilizando la condición de ‘Cooperación Explícita’.

Además, el agrado y la buena actitud que presentan los preescolares mientras juegan con Estrellitas Elásticas con ‘Cooperación Explícita’ son muy similares a la que presentan durante un juego más libre y sin tantas restricciones como lo es la versión ‘Cooperación Implícita’.

Cabe señalar que la evaluación se llevó a cabo en un periodo relativamente corto y que los preescolares sólo usaron la tela interactiva un par de veces. Además, durante las sesiones de juego no estuvieron presentes el resto de sus compañeros de grupo; por lo que, en una intervención a largo plazo y en condiciones más parecidas a un día de clases típico, los resultados podrían cambiar.

Capítulo 5. Conclusiones

En la presente tesis se desarrolló Estrellitas Elásticas, una tela interactiva para preescolares cuyo principal objetivo es promover el juego cooperativo mediante mecanismos de cooperación implícitos y explícitos. Los preescolares pueden utilizar esta tela en equipos de 3 jugadores y crear música mientras completan cuatro niveles de un juego de constelaciones de manera cooperativa. La historia del juego es sobre un par de pequeños astronautas que piden la ayuda a los preescolares para completar algunas actividades durante su viaje por el espacio. Los cuatro niveles del juego implementan mecanismos para juego cooperativo y actividades relacionadas con pensamiento matemático.

Para entender cómo se desarrolla el juego cooperativo y las prácticas de cooperación entre los preescolares, se realizó un estudio contextual en dos jardines de niños de la ciudad de Ensenada B.C. México. Para este estudio se realizaron y analizaron entrevistas semiestructuradas a expertos en la enseñanza a preescolares y videos de preescolares utilizando un piso interactivo.

La información colectada durante el estudio contextual se analizó utilizando técnicas cualitativas. Y como resultado del análisis se logró obtener un mayor entendimiento de la cooperación entre preescolares y algunas ideas de diseño que guiaron el diseño de la tela interactiva.

Con base en estos resultados se llevaron a cabo 7 sesiones de diseño. Tres de estas sesiones fueron participativas e intervinieron 6 maestras de preescolar, expertos y estudiantes de IHC. Durante las sesiones de diseño participativas se propusieron diferentes prototipos para la tela interactiva y por último se eligió el que, potencialmente, fomentara de mejor manera el juego cooperativo entre preescolares. Las cuatro sesiones restantes fueron multidisciplinarias donde participaron una psicóloga, y expertos y estudiantes de IHC. A lo largo de estas sesiones se especificaron los detalles del prototipo final, como son las animaciones, sonidos, actividades, interacciones, etc.

Como resultado de la etapa de diseño, de manera iterativa, se obtuvo el diseño final de Estrellitas Elásticas. El juego está formado por cuatro niveles que incluyen mecanismos de cooperación como son: tomar turnos, dividir tareas y trabajar juntos.

Estrellitas Elásticas es una superficie interactiva que funciona con una cámara web, un proyector, una computadora y un marco de pvc tipo portería con tela elástica. La cámara web captura video de las interacciones de los jugadores. El proyector de corto alcance despliega la visualización de las animaciones

sobre la tela elástica. Y la computadora ejecuta la dinámica del juego, mientras procesa las imágenes de la cámara web. Para el procesamiento de las imágenes de la cámara web se utiliza OpenCV, lo que permite determinar la ubicación de cada interacción e identificar al jugador. Posteriormente se envía esta información a la dinámica del juego, que fue desarrollada con Processing.

Estrellitas Elásticas se evaluó en el jardín de niños '*Green Hands College*'. Durante esta evaluación participaron 30 preescolares y 4 maestras de preescolar. Durante esta evaluación se compararon dos versiones de Estrellitas Elásticas. Una versión que implementa mecanismos de 'Cooperación Explícita' y otra versión 'Sin Mecanismos Explícitos'. Se siguió el paradigma de diseño experimental entre-sujetos. Se formaron 10 equipos con tres preescolares para cada condición del estudio. Cada preescolar utilizó una de las versiones de la tela interactiva, durante dos sesiones de juego en equipo. Todas las sesiones de juego con la tela interactiva fueron video grabadas, se aplicaron cuestionarios de experiencia de juego a cada niño después de jugar, y se realizaron entrevistas a las maestras de preescolar.

Durante el análisis de los videos se utilizaron técnicas cuantitativas de análisis secuencial basado en eventos. Con esta técnica, y utilizando las Métricas de Desempeño Cooperativo (Seif El-Nasr et al., 2010), se evaluó el juego cooperativo durante las sesiones de juego con la tela interactiva. Para la experiencia de juego se evaluaron los cuestionarios respondidos por los preescolares, los cuales utilizan herramientas como *Cinco Grados de Felicidad* (Hall et al., 2016) y *Sorteo Divertido* (Read y MacFarlane, 2006).

También se analizaron aspectos como: la duración de las sesiones de juego con la tela interactiva, la participación de cada preescolar durante las sesiones de juego, las reacciones positivas y negativas de los preescolares, y el tiempo de cooperación por equipo durante las sesiones de juego.

Los resultados de esta evaluación dan evidencia de que Estrellitas Elásticas con Cooperación Explícita, mediante los mecanismos de cooperación que implementa, promueve el juego cooperativo entre preescolares. Ya que los preescolares muestran mayor disposición para: ayudar a sus compañeros, trabajar en estrategias, y respetar sus turnos durante el juego con la tela interactiva.

Además, se tiene evidencia preliminar de que Estrellitas Elásticas se puede utilizar, principalmente, como un material didáctico que apoye los campos formativos de desarrollo personal y social, y pensamiento matemático. No se pretende que esta tela interactiva sea la única herramienta que utilicen las maestras de preescolar; por el contrario, se busca que sirva para reforzar lo aprendido en clases.

En cuanto a la experiencia de juego, los resultados demuestran que los preescolares tienen una experiencia positiva y divertida al jugar con la tela interactiva. Todos los preescolares comentaron que les gustaría volver a jugar con Estrellitas Elásticas.

5.1 Conclusiones

- Estrellitas Elásticas es una superficie interactiva flexible con actividades adecuadas para preescolares. Ya que los resultados indican que los preescolares tuvieron una buena experiencia de juego, además de entender todas las actividades y sus objetivos.
- Las superficies interactivas flexibles representan una opción acertada para usarse como material didáctico en preescolares. Ya que los preescolares tuvieron una excelente reacción ante el uso de este tipo de tecnologías, también las maestras de preescolar reconocen que podrían utilizar herramientas como una tela interactiva dentro de su material didáctico.
- Estrellitas Elásticas fomenta el juego cooperativo entre preescolares, principalmente la versión de 'Cooperación Explícita'. Ya que los resultados muestran que los preescolares jugaron de manera cooperativa y realizaron actividades relacionadas con las 'Métricas de Desempeño Cooperativo' durante las sesiones de juego. El juego cooperativo por parte de los preescolares se llevó a cabo, en mayor medida, durante las sesiones de juego de la versión 'Cooperación Explícita'.

5.2 Aportaciones

Las principales aportaciones de esta tesis son las siguientes:

- Una tela interactiva que implementa mecanismos de cooperación para promover juego cooperativo entre preescolares.
- Una base de datos que contiene material audio-visual que documenta las prácticas de maestras de preescolar para lograr que sus alumnos trabajen de manera cooperativa.

- Evidencia empírica del uso de la tela interactiva en un jardín de niños, donde se comparó una versión con cooperación explícita en contraste con una versión con cooperación abierta de Estrellitas Elásticas, en términos de cooperación y experiencia de uso.
- La instalación de la tela interactiva Estrellitas Elásticas para su uso a largo plazo en el jardín de niños *Green Hands College*.

5.3 Limitaciones y recomendaciones

Durante la realización de este proyecto de investigación se contó con algunas limitaciones en diferentes aspectos, entre los que destacan los siguientes:

- El funcionamiento de la aplicación para la detección de las interacciones y la identificación de los jugadores es dependiente de la iluminación del ambiente en el que se encuentre instalada la tela interactiva. Por lo que, si se requiere cambiar de lugar la instalación será necesario configurar y calibrar de nuevo la aplicación para que funcione correctamente con la nueva iluminación del ambiente.
- La detección de las interacciones y la identificación de los jugadores presenta algunos problemas de retardo. Por lo que es necesario que, al interactuar con la tela, las interacciones sean durante un par de segundos para que funcione correctamente.
- Para la colección de datos durante las sesiones de juego con Estrellitas Elásticas, solo se tuvo una cámara de video grabando las interacciones de los preescolares. Esto pudo propiciar que se perdieran algunos datos en cuanto a reacciones positivas o negativas de los preescolares. Es recomendable que para una evaluación posterior se incluyan cámaras que graben desde diferentes ángulos.
- La evaluación formativa se realizó sólo en un jardín de niños, con la participación de 30 preescolares. Aunque el tamaño de la muestra es suficiente para realizar el estudio, se requiere realizar un estudio que involucre diferentes ambientes de jardín de niños para mejorar la validez externa de los resultados que se obtuvieron para esta tesis.

5.4 Trabajo futuro

Durante las entrevistas, algunas maestras de preescolar hicieron algunas sugerencias de cambio en cuanto al flujo de las actividades del juego de Estrellitas Elásticas. Según las maestras, estos cambios podrían lograr que los niños se motiven más con el juego y comprendan mejor las actividades. Se propone aplicar las sugerencias que dieron las maestras, como:

- Actividades aún más estructuradas y guiadas por las instrucciones de juego.
- Niveles de juego con actividades más cortas, marcar el inicio y fin de las participaciones de los preescolares.
- Incluir más temas sobre la historia del juego, por ejemplo, una granja.
- Incluir más niveles o más actividades.

En cuanto a la evaluación de experiencia de juego, que los preescolares tienen dificultades para expresarse verbalmente y algunos podrían ser poco expresivos. Esto pudo ocasionar que no se obtuviera información a detalle con el cuestionario que se utilizó para la colección de datos.

Por lo que se propone realizar un trabajo de investigación que incluya aplicar los cambios sugeridos para Estrellitas Elásticas y realizar una evaluación a largo plazo de su uso por parte de preescolares. Para esta evaluación utilizar nuevas herramientas para coleccionar información a detalle sobre que tanto disfrutaron y se divirtieron los preescolares en las sesiones de juego. Y también incluir más cámaras de video para grabar desde diferentes ángulos las reacciones de los preescolares.

Por otra parte, la tecnología utilizada para la detección de las interacciones sobre la tela genera que el funcionamiento correcto sea dependiente de la iluminación. Se propone realizar un trabajo de investigación sobre la existencia y el uso de otras tecnologías que pudieran funcionar de mejor manera. Y posteriormente desarrollar un nuevo algoritmo e implementar una nueva tecnología para lograr la detección de las interacciones sobre la tela con mayor exactitud. Lograr que la detección de las interacciones sea invariante a la deformación de la tela y a la iluminación del ambiente.

Literatura citada

- Battocchi, A., y Pianesi, F. 2009. Collaborative Puzzle Game: a tabletop interactive game for fostering collaboration in children with Autism Spectrum Disorders (ASD). Proceedings of the International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, 197–204. <https://doi.org/10.1145/1731903.1731940>
- Bay-Hinitz, A. K., Peterson, R. F., y Quilitch, H. R. 1994. Cooperative Games: a Way to Modify Aggressive and Cooperative Behaviors in Young Children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 27(3), 435–446.
- California Department of Education. 2015. DRDP 2015 - Preschool View. Recuperado a partir de <http://www.cde.ca.gov/sp/cd/ci/documents/drdp2015preschool.pdf>
- Chung, S. E., y Ryoo, H. Y. 2016. Relationships between Flexible Display's Form Factors and its User Experience Types. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 11(10), 245–252. <https://doi.org/10.14257/ijmue.2016.11.10.23>
- Cibrian, F. L., Tentori, M., y Martínez-García, A. I. 2016. Hunting Relics: A Persuasive Exergame to Promote Collective Exercise in Young Children. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(3), 277–294. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1136180>
- Cibrian, F. L., Weibel, N., y Tentori, M. 2016. Collective use of a fabric-based interactive surface to support early development in toddler classrooms. En Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing - UbiComp '16 (pp. 328–339). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2971648.2971695>
- Follmer, S., Leithinger, D., Olwal, A., Cheng, N., y Ishii, H. 2012. Jamming user interfaces: Programmable Particle Stiffness and Sensing for Malleable and Shape-Changing Devices. En Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology - UIST '12 (pp. 519–528). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2380116.2380181>
- Fox, J. E. 1996. Back-to-Basics: Play in Early Childhood. *Early Childhood News*, v8, p19. Recuperado a partir de <http://www.ndehs.udel.edu/wp-content/uploads/2015/04/Back-to-Basics-Play-in-Early-Childhood.pdf>
- Ginsburg, K. R. 2007. The Importance of Play in Promoting Healthy Child Development and Maintaining Strong Parent-Child Bonds. *American Academy of Pediatrics*, 119(1), 182–191. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-2697>
- Goh, W.-B., Shou, W., Tan, J., y Lum, G. T. J. 2012. Interaction design patterns for multi-touch tabletop collaborative games. En Proceedings of the 2012 ACM annual conference extended abstracts on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts - CHI EA '12 (pp. 141–150). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2212776.2212792>
- Grabs, S. 2009. Hybrid Interaction on Interactive Surfaces. En *Interactive Surfaces* (pp. 30–37). Munich.
- Grierson, M., y Kiefer, C. 2013. NoiseBear: A Malleable Wireless Controller Designed In Participation with Disabled Children. Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression, 413–416. Recuperado a partir de <http://nime2013.kaist.ac.kr/>

- Grønbaek, K., Iversen, O. S., Kortbek, K. J., Nielsen, K. R., y Aagaard, L. 2007. iGameFloor - a Platform for Co-Located Collaborative Games. En Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology - ACE '07 (p. 64). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1255047.1255061>
- Hall, L., Hume, C., y Tazzyman, S. 2016. Five Degrees of Happiness. En Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '16 (pp. 311–321). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2930674.2930719>
- Helmes, J., Cao, X., Lindley, S. E., y Sellen, A. 2009. Developing the story: Designing an interactive storytelling application. En Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces - ITS'09 (pp. 49–52).
- Holtzblatt, K., Wendell, J. B., y Wood, S. 2005. Rapid Contextual Design: A How-to Guide to Key Techniques for User-Centered Design. Ubiquity (Vol. 2005). Elsevier/Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1145/1066322.1066325>
- Hourcade, J. P. 2015. Child-Computer Interaction. Iowa City, IA: Autor.
- Ichino, J., Pon, A., Sharlin, E., Eagle, D., y Carpendale, S. 2014. Vuzik: the Effect of Large Gesture Interaction on Children's Musical Expression. En Proceedings of the 26th Australian Computer-Human Interaction Conference on Designing Futures the Future of Design - OzCHI '14 (pp. 240–249). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2686612.2686649>
- INEE. 2012. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, Explorador Excale. Recuperado el 8 de febrero de 2017, a partir de <http://www.inee.edu.mx/explorador>
- Leo, K. H., y Tan, B. Y. 2010. User-tracking mobile floor projection virtual reality game system for paediatric gait & dynamic balance training. Proceedings of the 4th International Convention on Rehabilitation Engineering Assistive Technology, 25:1-25:4. Recuperado a partir de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1926083>
- Marco, J., Cerezo, E., y Baldassarri, S. 2010. Playing with toys on a tabletop active surface. En Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '10 (pp. 296–299). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1810543.1810596>
- Martínez-García, A., Tentori, M., y Rodríguez, M. 2015. Aplicaciones interactivas para la salud. En J. Muñoz Arteaga, J. M. González Calleros, & A. Sánchez Huitrón (Eds.), *la Interacción Humano-Computador en México* (1a ed., p. 374). Editorial Pearson Education.
- Nijholt, A., van Dijk, B., Lingnau, A., Vissers, G., y Kockelkorn, H. 2014. Playful User Interfaces. (A. Nijholt, Ed.), *Playful User Interfaces*. Singapore: Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-96-2>
- Ortega, D., Cibrian, F. L., y Tentori, M. 2015. BendableSound: A Fabric-based Interactive Surface to Promote Free Play in Children with Autism. En Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility - ASSETS '15 (pp. 315–316). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2700648.2811355>
- Parten, M. B. 1932. Social participation among pre-school children. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 27(3), 243–269. <https://doi.org/10.1037/h0074524>

- Petrakos, H., y Howe, N. 1996. The Influence of the Physical Design of the Dramatic Play Center on Children's Play. *Early Childhood Research Quarterly*, 11, 63–77. [https://doi.org/10.1016/S0885-2006\(96\)90029-0](https://doi.org/10.1016/S0885-2006(96)90029-0)
- Piper, A. M., O'Brien, E., Morris, M. R., y Winograd, T. 2006. SIDES: A Cooperative Tabletop Computer Game for Social Skills Development. En *Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work - CSCW '06* (p. 10). <https://doi.org/10.1145/1180875.1180877>
- Piper, A. M., Weibel, N., y Hollan, J. 2012. TAP & PLAY: An End-User Toolkit for Authoring Interactive Pen and Paper Language Activities. En *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '12* (p. 149). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2207676.2207698>
- Read, J. C., y MacFarlane, S. 2006. Using the fun toolkit and other survey methods to gather opinions in child computer interaction. En *Proceeding of the 2006 conference on Interaction design and children - IDC '06* (p. 81). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1139073.1139096>
- Rick, J., Harris, A., Marshall, P., Fleck, R., Yuill, N., y Rogers, Y. 2009. Children Designing Together on a Multi-Touch Tabletop: An Analysis of Spatial Orientation and User Interactions. *8th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '09*, 106–114.
- Rocha, J. B., Mascarenhas, S., y Prada, R. 2008. Game Mechanics for Cooperative Games. *ZON Digital Game 2008*, 72–80.
- Secretaría de Educación Pública. 2011. Programa de Educación Preescolar. Gobierno Federal SEP (PRIMERA ED). México, D.F. Recuperado a partir de <http://www.reformapreescolar.sep.gob.mx/actualizacion/programa/Preescolar2011.pdf>
- Seif El-Nasr, M., Aghabeigi, B., Milam, D., Erfani, M., Lameman, B., Maygoli, H., y Mah, S. 2010. Understanding and evaluating cooperative games. En *Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems - CHI '10* (pp. 253–262). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753363>
- Shapiro, S. S., y Wilk, M. B. 1965. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(34), 591–611. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Slavin, R. E. 1987. Developmental and Motivational Perspectives on Cooperative Learning: A Reconciliation. *Child Development*, 58(5), 1161–1167. Recuperado a partir de <http://www.jstor.org/stable/1130612>
- Soler-Adillon, J., Ferrer, J., y Parés, N. 2009. A novel approach to interactive playgrounds: the interactive slide project. En *Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '09* (pp. 131–139). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1551788.1551811>
- Sweetser, P., y Wyeth, P. 2005. GameFlow: A Model for Evaluating Player Enjoyment in Games. *Computers in Entertainment*, 3(3), 3. <https://doi.org/10.1145/1077246.1077253>
- Troiano, G. M., Pedersen, E. W., y Hornbæk, K. 2015. Deformable Interfaces for Performing Music. En *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15* (pp. 377–386). New York, NY, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702492>

- Troiano, G. M., Pedersen, E. W., Hornbaek, K., y Hornbæk, K. 2014. User-defined gestures for elastic, deformable displays. En Proceedings of the 2014 International Working Conference on Advanced Visual Interfaces - AVI '14 (pp. 1–8). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2598153.2598184>
- UNICEF. 2004. Desarrollo Psicosocial de los niños y las niñas. Colombia: Colombia: UNICEF. Recuperado a partir de <http://www.unicef.org/colombia/pdf/ManualDP.pdf>
- Vanden Abeele, V., Zaman, B., y De Grooff, D. 2012. User eXperience Laddering with preschoolers: unveiling attributes and benefits of cuddly toy interfaces. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(4), 451–465. <https://doi.org/10.1007/s00779-011-0408-y>
- Viera, A. J., y Garrett, J. M. 2005. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Family medicine*, 37(5), 360–363. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15883903>
- Wyeth, P., Johnson, D., y Ziviani, J. 2013. Activity, motivation and games for young children. En Proceedings of The 9th Australasian Conference on Interactive Entertainment Matters of Life and Death - IE '13 (pp. 1–3). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2513002.2513025>

Anexos

Anexo 1. Formato de consentimiento paterno.



Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California

Departamento de Ciencias de la Computación

CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR COMO SUJETO DE INVESTIGACIÓN

Formato de Consentimiento Paterno

“Superficies Flexibles para Fomentar el Juego Cooperativo en Niños de Preescolar”

Se solicita su consentimiento para que su hijo(a) participe en un estudio de investigación. La participación en este estudio es completamente voluntaria. Por favor lea la siguiente información y pregunte sobre cualquier cosa que no entienda, antes de decidir si desea que su hijo participe. Los siguientes investigadores estarán disponibles para responder a sus preguntas.

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Dra. Mónica Elizabeth Tentori Espinosa
Investigador Titular, CICESE
Departamento de Ciencias de la Computación
mtentori@cicese.mx, (646) 175 0500 ext. 23417

Ing. Esthela Vianey Vázquez Medina
Estudiante de Maestría, CICESE
Departamento de Ciencias de la Computación
esthela@cicese.edu.mx, (311) 116 2305

MSc. Franceli Linney Cibrián Robles
Estudiante de Doctorado, CICESE
Departamento de Ciencias de la Computación
franceli@cicese.edu.mx, (646) 194 9446

Comuníquese con: Esthela Vianey Vázquez Medina o Franceli Linney Cibrián Robles

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El propósito de este estudio de investigación es explorar y evaluar el uso de una superficie interactiva flexible para ayudar a los niños de preescolar a practicar juego cooperativo en el salón de clases.

PARTICIPANTES

Requisitos de Inclusión

Su hijo(a) es elegible para participar en este estudio si él o ella actualmente cursa el preescolar, y confía que él o ella puede utilizar una superficie interactiva flexible con seguridad.

PROCEDIMIENTOS

Actividades

Como parte de este estudio, su hijo(a) utilizará la superficie interactiva flexible por cortos periodos de tiempo, durante aproximadamente 1 mes. Su niño(a) jugará con grupos de compañeros para realizar las actividades incluidas en la superficie interactiva. Durante los periodos de juego en la superficie interactiva, se grabará audio y video con el objetivo de evaluar la funcionalidad de la superficie interactiva. Al finalizar los periodos de juego, a su hijo(a) se le realizarán pequeñas entrevistas y/o cuestionarios, para saber su opinión y comentarios sobre la superficie interactiva flexible.

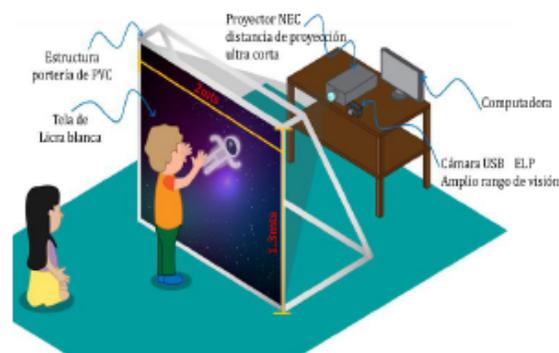
Durante las sesiones de juego con la superficie interactiva, estarán presentes la maestra y los compañeros de su niño(a), así como los investigadores; es posible que también nos acompañe una psicóloga para estar al cuidado de los niños que no estén jugando en la superficie interactiva.

Descripción del Sistema

Los dispositivos tecnológicos que componen la superficie interactiva son: una computadora, un proyector, bocinas y una cámara web. Estos dispositivos se encuentran fuera del alcance de los niños. Los componentes con los que su hijo(a) va a interactuar son: una estructura de pvc tipo portería que sirve como marco de la superficie y tela de licra flexible sobre la cual su niño(a) va a jugar.

La superficie interactiva contará con juegos y actividades diseñadas a partir de ideas de maestras de preescolar. Estas actividades serán enfocadas en fomentar el juego cooperativo entre los niños de preescolar.

Siempre estarán presente los investigadores y las maestras, con la finalidad de dar instrucciones y explicaciones a los niños, así como para mantener el orden.



RIESGOS Y MOLESTIAS

El tiempo requerido de parte de su niño(a) será alrededor de 30 minutos en cada reunión, y aproximadamente 1 reunión a la semana. Se tendrá en cuenta el horario de las reuniones, con el objetivo de que no se interrumpa demasiado en sus actividades escolares diarias.

BENEFICIOS**Beneficios para el participante**

Los beneficios potenciales para los niños que participan en el estudio pueden incluir mejorar las relaciones sociales con sus compañeros y maestros, fomentar el respeto y tolerancia, así como el aprender a organizarse y negociar durante el juego y actividades con sus compañeros.

Beneficios para los demás o la sociedad

Las lecciones aprendidas del estudio podrían ayudar a los investigadores y desarrolladores de sistemas, en particular de sistemas para educación de niños de preescolar, a integrar mecanismos para juego cooperativo adecuados para niños de preescolar en sistemas y juegos interactivos.

COMPENSACIÓN

Su hijo(a) no será compensado monetariamente por participar en este estudio de investigación.

RETIRO O TERMINO DEL ESTUDIO Y CONSECUENCIAS

Su hijo(a) es libre de retirarse de este estudio en cualquier momento. **Si él o ella decide retirarse de este estudio nos debe informar enseguida.** El equipo de investigación también puede terminar la participación de su hijo(a) en este estudio si él o ella no sigue las instrucciones.

CONFIDENCIALIDAD**Información de la Identidad de los Participantes**

Durante las sesiones de juego con la superficie interactiva se tomarán fotografías y grabaciones de audio y vídeo. Los investigadores tratarán en lo posible de que las grabaciones no sean identificables. Las grabaciones serán confidenciales, y con su permiso, se guardarán y posiblemente compartirán con la comunidad de investigación en el futuro.

Retención de datos

Los investigadores tienen la intención de mantener los datos de la investigación no identificables de forma indefinida. Otros investigadores pueden tener acceso a estos datos para futuras investigaciones.

Autorización para compartir con la comunidad de investigación

Los investigadores pueden desear compartir fotografías y vídeos grabados durante este estudio de investigación con el público en el futuro. **Firme aquí para dar el permiso de que las fotografías y videos sean compartidos con la comunidad de investigación.**

Sí: _____ No: _____ Firma: _____

SI TIENE PREGUNTAS

Si tiene cualquier comentario, duda o pregunta con respecto a la realización de este trabajo de investigación, puede comunicarse con el equipo de investigación que aparece en la parte superior de este formulario.

DECLARACIÓN DE PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

La participación en este estudio es voluntaria. Usted o su hijo(a) puede negarse a contestar cualquier pregunta o discontinuar su participación en cualquier momento sin penalidad o pérdida de beneficios que él o ella pudiera tener. Su firma indica que ha leído la información de este formulario de consentimiento y ha tenido la oportunidad de formular las preguntas que tenga sobre el estudio. **Estoy de acuerdo en permitir que mi hijo participe en el estudio.**

_____	_____	_____
Nombre y Firma del Padre o Madre	Fecha	Nombre del Niño(a)
_____	_____	
Nombre y Firma del Investigador	Fecha	

Anexo 2. Reconocimiento para los preescolares participantes de la evaluación.


**Centro de Investigación Científica y de Educación Superior
de Ensenada, Baja California**
 Departamento de Ciencias de la Computación



Otorga el presente

RECONOCIMIENTO

a: **Nombre Completo del Participante**

Por su participación en el proyecto de investigación
 “Superficies Flexibles para Fomentar
 el Juego Cooperativo en Niños de Preescolar”
 durante la evaluación del juego “Estrellitas Elásticas”

 Dra. Mónica Tentori
 Investigador Titular, CICESE

 Ing. Yianey Vázquez
 Estudiante Maestría, CICESE

Ensenada, Baja California. Mayo de 2017

Anexo 3. Entrevista semi-estructurada para las maestras participantes de la evaluación.

Protocolo de Entrevista

Uso y adopción

1. ¿Cómo cree que los niños de preescolar podrían usar el juego Estrellitas Elásticas durante su día de clases?
2. ¿En qué situaciones podría utilizar una maestra de preescolar el juego Estrellitas Elásticas con sus alumnos?
3. ¿Cómo cree que una maestra de preescolar puede integrar el juego Estrellitas Elásticas en sus prácticas diarias? Prueba: ejemplos
4. ¿Cuál considera que sería la mejor ubicación del juego Estrellitas Elásticas, como herramienta didáctica para el salón de clases o como parte de un área específica para este tipo de juegos?
5. ¿Qué piensa que es lo que les gusta o disgusta a los niños del juego Estrellitas Elásticas?
6. ¿Qué es lo que a usted le gusta o disgusta del juego Estrellitas Elásticas?
7. Según su percepción ¿Qué problemas experimentaron los niños al usar el juego Estrellitas Elásticas?
8. ¿Qué cambiaría usted del juego Estrellitas Elásticas para que sea usado a largo plazo en el jardín de niños? Prueba: agregar o quitar funcionalidades
9. ¿Qué le agregaría al juego Estrellitas Elásticas para promover el enganche de los niños a largo plazo?

Motivación y enganche

10. Según su percepción ¿Cuál es la actitud de los niños hacia el juego Estrellitas Elásticas?
11. ¿Qué tanto considera que los niños se sientan motivados para usar el juego Estrellitas Elásticas?
12. ¿Considera que el juego Estrellitas Elásticas es lo suficientemente divertido para los niños de preescolar? Prueba: ejemplos

Eficacia

13. ¿Cuáles áreas del desarrollo (cognitiva, social, autorregulación, motricidad) piensa que el juego Estrellitas Elásticas pueda impactar? Prueba: ejemplos
14. ¿Considera que el juego Estrellitas Elásticas promueve el juego cooperativo (ayuda mutua, toma de turnos) entre los niños de preescolar?
15. Además de promover el juego cooperativo ¿en cuáles otros ámbitos, cree que el uso del juego Estrellitas Elásticas puede apoyar en los niños de preescolar?
16. ¿Qué le gustaría que se pudiera hacer con el juego Estrellitas Elásticas, que actualmente no se puede? Prueba: ejemplos

Desarrollo emocional y social

17. ¿Cuáles necesidades del desarrollo emocional piensa que el juego Estrellitas Elásticas puede apoyar en niños de preescolar?
18. ¿Podría darme un ejemplo de cómo el juego Estrellitas Elásticas podría impactar en este aspecto?
19. ¿Puede darme un ejemplo de cómo los niños usan el juego Estrellitas Elásticas de manera cooperativa?
20. ¿Considera que el juego Estrellitas Elásticas promueve la cooperación y trabajo en equipo en los niños de preescolar durante las sesiones de juego?
21. Según su percepción ¿Cuáles estrategias de cooperación y coordinación siguen los niños al usar el sistema?

Desarrollo de lenguaje

22. ¿Cuáles necesidades del desarrollo del lenguaje piensa que el Sistema puede apoyar en niños de preescolar?
23. ¿Podría darme un ejemplo de cómo el sistema podría impactar en este aspecto?

Desarrollo cognitivo (conocimientos)

24. ¿Cuáles necesidades del desarrollo cognitivo piensa que el Sistema puede apoyar en niños de preescolar?
25. ¿Podría darme un ejemplo de cómo el sistema podría impactar en este aspecto?

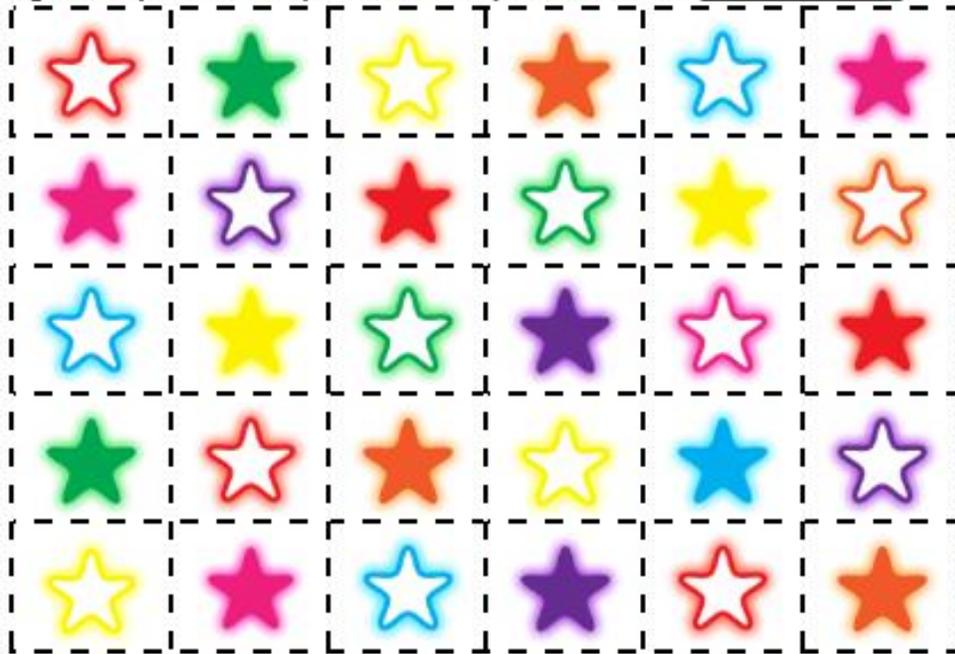
Desarrollo físico

26. ¿Cuáles necesidades del desarrollo físico piensa que el Sistema puede apoyar en niños de preescolar?
27. ¿Podría darme un ejemplo de cómo el sistema podría impactar en este aspecto?

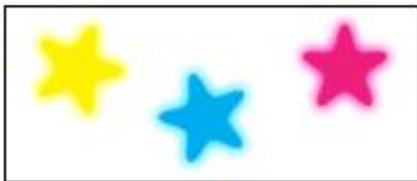
Anexo 4. Evaluación diagnóstica de pensamiento matemático para los preescolares.

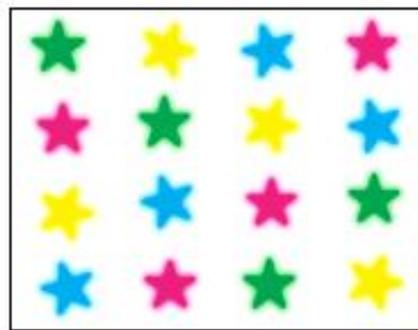
Nombre: _____ # Participante: _____ Edad: _____

1. Señalar una a una las estrellas de la tabla. “¡Vamos a contar las estrellas en orden, yo empiezo y tú le sigues! Uno, dos, tres...”. Animar al niño a que continúe solo y anotar el número al que llegó hasta que cometió el primer error o la primera omisión.



2. Cuenta las estrellitas que hay en cada cuadro y escribe en la línea cuantos son.







3. Coloca en orden, dentro de los cuadros, los números de las tarjetas.

Uno	Dos	Tres	Cuatro
Cinco	Seis	Siete	Ocho
Nueve	Diez	Once	Doce
Trece	Catorce	Quince	Dieciséis
Diecisiete	Dieciocho	Diecinueve	Veinte
Veintiuno	Veintidós	Veintitrés	Veinticuatro
Veinticinco	Veintiséis	Veintisiete	Veintiocho

Tarjetas para el ejercicio 3

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28

Anexo 5. Cuestionario sobre experiencia de juego para la evaluación.

Nombre: _____ # Participante: _____ Edad: _____

1. ¿Cuánto te gustó el juego?



2. ¿Qué tan divertido es el juego?



3. ¿Cuánto te gustaría jugarlo de nuevo?



4. ¿Cuánto te gustaría tenerlo en tu casa?



5. Ordena las tarjetas para responder lo siguiente:
Mejor

Peor

Me gusta más				
Más divertido				
Más fácil				
Más bonito				

Tarjetas para ejercicio 5

<p>Colorear espacio</p>	<p>Iluminar estrellas</p>	<p>Formar constelaciones</p>	<p>Colorear constelaciones</p>
<p>Colorear espacio</p>	<p>Iluminar estrellas</p>	<p>Formar constelaciones</p>	<p>Colorear constelaciones</p>
<p>Colorear espacio</p>	<p>Iluminar estrellas</p>	<p>Formar constelaciones</p>	<p>Colorear constelaciones</p>
<p>Colorear espacio</p>	<p>Iluminar estrellas</p>	<p>Formar constelaciones</p>	<p>Colorear constelaciones</p>

Anexo 6. Métricas de Desempeño Cooperativo (CPMs)

Código	Parámetro	Explicación	Ejemplo
RJ	Reírse Juntos	Ríen al mismo tiempo debido a un evento específico; Expresan verbalmente que les gustó el juego; Mueven la cabeza o muestran comportamientos faciales no verbales que claramente expresen felicidad o emoción	Ríe más de un niño a la vez, ocasionado por el juego.
TE	Trabajar en Estrategias	Hablar sobre cómo resolver retos compartidos; dividir la zona de juegos en diferentes partes para dividir y vencer; navegar en el mundo mientras que consultan a los demás	Ayuda mutua. Ponerse de acuerdo en los turnos.
AO	Ayudar al Otro	Hablar sobre los controles o cómo usar los mecanismos del juego; hablar unos con otros sobre la manera correcta de pasar un obstáculo; salvar o rescatar a otro jugador.	Tutor / Líder. Indica a su compañero lo que debe hacer.
IE	Interferir entre Ellos	Un jugador quiere realizar una acción, y el otro jugador quiere realizar una diferente, por lo que se obstaculizan para lograr sus objetivos	Discutir. No ponerse de acuerdo. Bloquear los movimientos de otros.
ET	Espera de Turnos	Uno o varios jugadores esperan pacientes por su turno de juego, respetando las actividades que realiza el compañero que tiene el turno.	El niño no toca la tela mientras no es su turno de juego.
ES	Tiempo de Espera	Un jugador espera al otro para alcanzarlo o lograr actividad	Un niño ya está tocando la tela, espera a que los demás lo hagan.